I. ASIM OV

I. ASIMOV

CIVILIZAȚII EXTRATERESTRE

1983

editura politică

Bucureşti *Cuvînt înainte*

Pentru multă lume numele lui Isaac Asimov este aproape sinonim cu proza ştiinţifico-fantastică şi cu popularizarea ştiinţei, domenii cu mult mai apropiate decît s-ar putea crede la prima vedere. Asimov are un palmares, dacă putem folosi acest termen sportiv în legătură cu ştiinţa şi literatura., realmente impresionant : peste 200 de cărţi, multe traduse în zeci de limbi, mai bine de 1 000 de articole în ziare şi reviste de mare tiraj, nenumărate introduceri şi prefeţe, un număr incredibil de scrisori. Dacă cifrele nu spun prea mult, să ne referim la tematica abordată : romane, nuvele şi schiţe de science fieticn, *studii despre scrisul fizicii particulelor subatomice., adevărul despre „găurile negre" din Univers şi, bineînţeles, inteligenţele şi civilizaţiile extraterestre.*

Din fericire, nu cantitatea reprezintă aspectul esenţial al activităţii lui Asimov. Iubit de cititori, care îi adresează sute de scrisori în fiecare săptămînă, respectat de specialiştii din câteva zeci de discipline ştiinţifice, Asimov este nu numai mânuitorul unor admirabile invenţii verbale şi intelectuale, nu numai un distins biochimist şi profesor onorific^ al unei universităţi americane, nu numai un mare umorist şi autor de calambururi, ci şi un clement de contact între ştiinţă şi marele public, clement atît de necesar în epoca noastră de mare progres ştiinţific şi tehnologic. El este, în cuvintele celebrului astronom şi popularizator Cari Sagan, „marele specialist în explicaţii clare ale secolului XX".

înzestrat cu o memorie prodigioasă (şi cu o inteligenţa pe măsura acestei memorii), considerat cîndva copil-mi- nune (student la Universitatea Columbia la 15 ani!), Asimov descoperă la frageda vîrstă de 9 ani proza ştiinţi- fico-fantastică într-una din revistele vremii. Astfel începe o poveste de dragoste care mai durează yi *azi, poveste ale. cărei roade sînt nuvele precum „Căderea nopţii", romane ca „Soarele gol", lunga şi încântătoarea serie a povestirilor eu roboţi, impresionanta trilogie a Fundaţiei, galactice, prozele dense şi plauzibile a căror paternitate este imposibil de confundat.*

Ritmul său de lucru, 90 de cuvinte pe minut, de la

ora 8 dimineaţa pînă la 10 seara, nu afectează cîtuşi de puţin calitatea literară cri seriozitatea ştiinţifică a lucrărilor, nefiind decît o reflectare a pasiunii''sale pentru muncă, pentru cuvîntul scris. Ceea ce nu trebuie să ne facă să credem că avem de-a face,cu un soi de robot care are un dicţionar în loc de creier. Nicidecum. Asimov este un interlocutor admirabil, ceea ce se poate vedea în toate interviurile acordate de-a lungul anilor, un inegalabil povestitor, un foarte apreciat conferenţiar şi chiar, cum spun unii detractori prietenoşi, un actor înnăscut. Toate aceste afirmaţii şi descrieri sînt însă, din păcate, insuficiente.

Isaac Asimov este mai mult decît un simplu scriitor sau vorbitor pe teme ştiinţifice, fie ele fantastice sau nu. Este, în primul rlnd, un om frămîntat de propriile-i probleme ca şi de problemele semenilor săi. Ciudat, autorul care descrie cu nonşalanţă zborurile interstelare nu a zburat niciodată cu avionul. Omul care este cronicarul marilor bătălii galactice se dovedeşte a fi un pacifist convins. Umoristul dezlănţuit se arată a fi un melancolic şi un poet. Scriitorul care imaginează un viitor în care omul stăpîneşte roboţii şi computerele suferă de un uşor pesimism în legătură cu viitorul tehnologiilor terestre. Enumerarea ar mai putea continua. Poate însă că trăsătura definitorie a personalităţii lui Asimov este marea sa capacitate de a explica fenomenele complexe în termeni pe care oricine îi poate înţelege şi într-itn mod cit se poate de agreabil, indiferent de domeniul abordat. Totul cu o permanentă disponibilitate pentru nou, pentru precizie, pentru sobrietatea ştiinţifică, des condimentată cu umor şi paradoxuri.

Asimov trăieşte şi scrie fiind convins că are obligaţia nemărturisită, dar inevitabilă, de a oferi material de reflexie celui care îl aude sau îl citeşte, de a deschide gustul publicului pentru domenii mai puţin familiare ale Ijtmii de azi, fie că e vorba de robotică, de calculatoare electronice, de fizica spaţiului şi timpului sau de parada infinită a particulelor elementare. El se simte obligat să se refere la problemele contemporaneităţii atât- prin intermediul prozei de anticipaţie cît şi prin textele de popularizare, refuztnd divertismentul pur. Dar mai ales el vrea şi reu-
şeşte să lupte cu pseudoştiinţa, cu imensa cantitate de subproduse vag literare şi deloc informate care stârnesc confuzie şi vehiculează inepţii. De aici şi tema

cărţii de faţă.

În peisajul arhiaglomerat al literaturii care se ocupă de farfurii zburătoare, mici omuleţi verzi, paleoastronauţi, întâlniri apropiate de diverse grade şi alte asemenea poveşti de zăpăcit adulţii, cartea lui Isaac Asimov este o adevărată oază de bun-simţ. Afirmaţiile beneficiază tot timpul de un suport solid de argumente, datele ştiinţifice sînt cele mai recente şi cele mai verificate, pînă şi speculaţiile pornesc de la un fapt acceptabil sau chiar acceptat. Avem de-a face nu cu o simplă înşiruire de date sate de presupuneri, ci cu o adevărată incursiune în anatomia probabilităţii, cu un soi de radiografie a hazardului şi necesităţii, cu un elegant balet intelectual desfăşurat la limitele posibilului.

Multă ' chimie, multă fizică, multă biologie, multă astronomie în cartea lui Asimov. Va fi nevoie de un oarecare efort pentru a putea urmări raţionamentele, de altfel impecabil construite. Va fi poate nevoie, din cînd în cînd, să căutăm dte un cuvînt în dicţionar. Va exista cîte un *pasaj de recitit. Să sperăm, din toată inima, că merită efortul. Avem în faţă nu o simplă carte de popularizare a ştiinţei, nu un simplu volum pe tema posibilităţii sau probabilităţii existenţei unor alte inteligenţe în Univers, ei o invitaţie.*

Cartea Civilizaţii extraterestre *este o invitaţie la cunoaştere, o invitaţie la raţiune, o invitaţie la ştiinţă, o invitaţie la o fascinantă călătorie prin Cosmos. Şi să nu uităm că acest cuvînt, Cosmos, reprezintă tocmai ordinea subtilă a lumii care ne înconjoară, să nu uităm că acest cuvînt, Cosmos, este diametral opus haosului. Dar orice tentativă de a defini cartea la începutul căreia ne aflăm nu poate fi decît o reflectare a cuvintelor şi ideilor autorului. Autor care spunea, pe vremea cînd nu începuse încă să scrie acest volum dedicat fraţilor noştri cosmici întru raţiune, că îşi doreşte mai mult decît orice altceva să fie considerat drept un reprezentant al epocii noastre. Epocă pe care Asimov o numeşte Era Căutării,*

ANDREI BACALU

Capitolul 1
PĂMÎNTUL

Se naşte întrebarea ; sîntem oare singuri ?

Sînt fiinţele umane singurii posesori de ochi care scrutează adîncurile Universului ? Singurii constructori de instrumente care prelungesc simţurile naturale? Singurii deţinători de minţi care se luptă să înţeleagă şi să interpreteze ceea ce văd şi simt ?

Răspunsul este, foarte probabil ; nu sîntem singură Mai sînt şi alţii care caută şi se întreabă, si poate chiar cu mai multă eficacitate decît noi.

Mulţî astronomi sînt de această părere, ca şi mine de altfel.

Nu .ştim unde se află aceste minţi, dar ele există undeva, Nu ştim ce fac. dar fac multe. Nu ştim cum arată, dar sînt inteligente.

Ne vor găsi ele vreodată, dacă există ? Sau ne-au găsii ?

Dacă nu ne-au găsit, le putem găsi noi ? Mai mult decît atît, *e cazul* să le găsim ? Nu e riscant ?

Acestea sînt întrebări pc care trebuie să ni le punem pdată ce ajungem la părerea că nu sîntem singuri, şi astronomii le şi pun.

întreaga problemă a căutării inteligenţei extraterestre a devenit dealtfel atît de banală, încât s-a îmbogăţit cu o prescurtare menită să simplifice subiectul. Astronomii vorbesc despre CIET, iniţialele cuvintelor : „căutarea inţe- 1 igenţelor extraterestre".

Prima discuţie ştiinţifică în'domeniul CIET din care s-au născut speranţe de succes a avut loc abia în 1959. E normal să credem că problema căutării altei inteligenţe decît cea care ne aparţine este de dată recentă. S-ar părea că este vorba de un fenomen

aparţinînd în exclusivitate secolului al XX-lea, legat de progresele astronomiei din ultimele decenii, produs de epoca rachetelor şi zborurilor omului în spaţiul cosmic.

Veţi crede, poate, că în urmă cu cîteva decenii oamenii considerau de la sine înţeles faptul că sîntem *singuri* şi că noua imagine a altor inteligenţe reprezintă un mare şoc pentru fiinţele umane şi le forţează să-şi schimbe radical concepţiile.

Nimic nu poate fi mai departe de adevăr !

De-a lungul întregii istorii a omenirii părerea cea mai răspîndită a fost că *nu* sîntem singuri. Existenţa altor inteligenţe era considerată drept normală şi de la sine înţeleasă.

Asemenea idei nu au apărut datorită progreselor ştiinţei. Dimpotrivă. Ştiinţa nu a făcut decît să infirme vechile presupuneri legate de existenţa altor inteligenţe. Ştiinţa a creat o pouă imagine a lumii înconjurătoare în care, după vechile canoane, omenirea este singură.

Să începem, deei, cu stabilirea acestei singurătăţi înainte de a ajunge la o nouă viziune despre un tip de inteligenţă deosebită.

Spirite

Din capul locului va trebui să recunoaştem că expresia *inteligenţă extraterestră* este destul de pretenţioasă. La urma urmei, ea se referă la inteligenţa găsită în alte lumi decît Pămîntul şi sensul ei depinde de recunoaşterea faptului că există şi alte lumi în afara Pămîntului.

Pentru marea majoritate a fiinţelor umane, de-a lungul celei mai mari părţi a istoriei nu au existat alte lumi în afara Pămîntului. Pămîntul era *lumea,* lăcaşul fiinţelor vii. Cerul era, pentru observatorii din vechime, ceea ce pare să fie : o cupolă suspendată peste lume, albastră ziua şi marcată de strălucirea rotundă a Soarelui, neagră noaptea şi străpunsă de lumina stelelor.

în aceste condiţii, expresia *inteligenţă extraterestră* nu are sens. Vom vorbi în schimb despre *inteligenţă non- umană.*

De îndată ce modificăm subiectul, vedem cu uşurinţă că fiinţele umane din epoca preştiinţifică presupuneau eă oamenii nu sînt singuri, că unica lume pe care o

cunoşteau în Univers conţinea nenumărate inteligenţe nonumane. Nu numai că inteligenţa umană era doar una din multele posibile, dar ea era probabil cea mai slabă şi cea mai puţin avansată.

Pentru mintea preştiinţifică evenimentele păreau întîmplătoare. Nimic nu urma vreo .,lege“ naturală şi inexorabilă, fiindcă legea nu era acceptată ca parte a Universului. Dacă se întîmpla ceva pe neaşteptate, lucrurile stăteau aşa nu fiindcă nu se ştiau destule pentru a prevedea evenimentul, ci fiindcă fiecare parte a Universului se bucura de liber arbitru şi acţiona datorită unei motivaţii neînţelese, poate chiar datorită unei motivaţii de neînţeles.

Liberul arbitru este inevitabil legat de inteligenţă. Pentru a acţiona voit trebuie, în fond, să înţelegi existenţa alternativelor şi să alegi una dintre ele, ceea ce este un atribut al inteligenţei. Părea deci raţional să consideri inteligenţa un aspect universal al naturii.

Pentru vechii greci (ale căror mituri le cunoaştem foarte bine), fiecare aspect al naturii avea spiritul său. Fiecare munte, fiecare piatră, fiecare pîrîu, fiecare iaz, fiecare copac avea nimfa sa înzestrată nu numai cu inteligenţă, ci şi cu o formă mai mult sau mai puţin omenească.

Oceanul avea zeitatea sa, ca şi cerul şi lumea subpămînteană; li se atribuiau însuşiri umane, precum naşterea şi jsomnul, ca şi diverse niveluri de abstracţie cum ar fi arta, frumuseţea şi soarta.

Cu timpul, gînditorii greci au evoluat, ajungînd să considere toate aceste spirite şi zeităţi drept simboluri şi încercînd să le retragă caracteristicile umane.

Astfel, iniţial, Zeus şi ceilalţi zei trăiau pe muntele Olimp, în nordul Greciei, fiind mai apoi transferaţi într-un vag „rai“, aflat în cer k Acelaşi transfer a avut loc în Cazul Dumnezeului israeliţilor, care a trăit la început pe muntele Sinai sau în tabernacol, dar care s-a mutat în cele din urmă în ceruri.

La fel, lumea spiritelor morţilor ocupa iniţial acelaşi teritoriu cu lumea celor vii. în *Odiseea,* de pildă, Ulise Vizitează Hadesul într-o zonă incertă din Vestul îndepărtat, şi tot pe undeva prin Vest trebuie să se fi aflat şi Cîmpiile Llisee, paradisul grec. Mai tîrziu, spiritele

[1] Iată un exemplu de altă „lume", care n-a fost niciodată vizibilă sau care, oricum, nu poate fl percepută în mod obişnuit.
morţilor au fost transferate într-un iad subteran semimistie.

în orice caz, acest proces pretenţios de abstractizare este un fenomen pur intelectual, destinat să-l scutească pe gînditor de jena unor opinii prea simple. Oamenii de rînd nu erau prea afectaţi de el.

Astfel, indiferent de părerea filozofilor greci în privinţa cauzelor ploii, agricultorii needucaţi credeau eă ploai'a este produsă (aşa cum glumeşte Aristofan într-una din piesele sale) de „Zeus uşurîndu-se printr-o sită".

Azi în Statele Unite meteorologia este o ştiinţă complicată şi schimbările vremii sînt privite drept fenomene naturale care ascultă de legi atît de complicate îneît, vai, nu le putem înţelege în întregime, iar prevederile au o imprecizie uimitoare. Şi, totuşi, pentru mulţi americani, seceta este voinţa lui Dumnezeu, ceea ce îi face să se îmbulzească în biserici ca să se roage pentru ploaie, cu impresia că planurile Domnului sînt atît de banale şi de puţin importante, îneît pot fi schimbate la cerere.

Ne-am obişnuit să considerăm zeii şi demonii mitologici drept „supranaturali *, dar nu cred că folosim corect acest termen. Orice cultură aflată în faza de mitogeneză nu a ajuns încă la conceptul de lege a naturii în sensul modern al cuvîntului, astfel îneît nimic nu este într-adevăr supranatural. Zeii şi demonii sînt doar supraumani. Ei pot face lucruri pe care oamenii nu le pot face.

Ştiinţa modernă este cea care a introdus conceptul de lege a" naturii ce nu poate fi călcată în nici un caz : diferitele legi ale conservării, legile termodinamicii, legile lui Maxwell, teoria cuantelor, relativitatea, principiul nedeterminării, relaţiile de cauzalitate. A fi suprauman este perfect admisibil fiindcă sc întîmplă des. Calul este suprauman ca viteză, elefantul ca forţă, broasca ţestoasă ca longevitate, cămila ca rezistenţă, delfinul ca înotător. Este deci uşor de conceput o entitate nonumană cu o inteligenţă supraumană.

A depăşi legile naturii, a fi „supranatural" este însă inadmisibil în Universul privit de ştiinţă, în „Universul ştiinţific", care este singurul de care ne ocupăm în această carte.

Am putea contesta cu uşurinţă dreptul fiinţelor umane de a socoti că un anume Jucru este „inadmisibil", că ceva ţi urnit supranatural îşi primeşte numele printr-o definiţie arbitrară provenită dintr-o cunoaştere finită şi incompletă.

Fiecare bm de ştiinţa trebuie să recunoască că nu

cunoaşte toate legile existente ale naturii şi că nu înţelege temeinic toate implicaţiile şi limitele legilor naturii pe care le cunoaşte. Dincolo de puţinul ştiut pot fi multe lucruri care par „supranaturale" pentru înţelegerea noastră modestă, dar care *exista* totuşi.

Perfect adevărat, dar gîndiţi-vă...

Cînd plecăm de la ignoranţă nu putem ajunge la nici o concluzie. Cînd spunem : orice se poate întâmpla şi orice poate fi — asta fiindcă ştim atît de puţin îneît nu avem dreptul să spunem „e aşa" sau „nu e aşa" —, forţăm raţionamentul să se oprească aici. Nu putem elimina nimic, nu putem confirma nimic. Tot ce putem face este să alăturăm cuvinte şi gînduri bazîndu-ne pe intuiţie, credinţă sau revelaţie, şi, din păcate, nu există doi oameni care să împărtăşească aceeaşi intuiţie, credinţă sau revelaţie.

Trebuie neapărat să stabilim reguli şi limite, oricil de arbitrare ar părea ele. Vom descoperi apoi ce putem afirma în cadrul acestor reguli şi limite.

Imaginea ştiinţifică a Universului constă în a admite doar acele fenomene care pot fi observate într-un mod accesibil, oricui, într-un fel sau altul, şi acele generalizări (pe care le numim legi ale naturii) care pot: fi deduse din aceste observaţii.

Astfel, există doar patru câmpuri dc forţă care controlează toaie interacţiunile particulelor subatomice şi, implicit, toate fenomenele. Ele sînt, în ordinea descoperirii, câmpul gravitaţional, timpul electromagnetic, interacţiunile nuclearo puternice si interacţiunile nucleare slabe Orice fenomen observat poate ii explicat prin una sau alta din aceste forţe. Nu există nici un fenomen atît de neobişnuit îneît să-i convingă pe savanţi că există o a cincea forţă diferită de. cele patru pe care le-am enumerat.

E perfect posibil să afirmăm că există un al cincilea tip de interacţiune, care nu poate fi însă observat, sau un al şaselea şi aşa mai departe. Dacă nu poate fi observat, dacă nu se poate manifesta în nici un fel, nu avem nimic de cîştigat vorbind despre el, cel mull ne putem amiuza plăsmuind ceva t

[1] Nu vreau să denigrez valoarea plăsmuirilor. £ o sirtn nobPă care cere mult talent. Ştiu prea bine. Trăiesc clin asia de mul ţi ani. Oricum, una e să plăsmuiaştl ceva amuzant. şi tUla să confunzi plăsmuirea cu realitatea.

Este, de asemenea, perfect posibil să spunem că există o a cincea interacţiune (sau o a şasea, şi aşa mai

departe), care poate fi observată, dar numai de anumiţi oameni şi numai în anumite condiţii imprevizibile.

S-ar putea să fie aşa, dar atunci ieşim din domeniul ştiinţei, întrucît în aceste condiţii se poate spune *orice.* Pot să spun că Munţii Stîncoşi sînt făcuţi din smaralde care au proprietatea să pară roci obişnuite oricui în afară de mine. Nu puteţi contesta această afirmaţie, dar ce valoare are ea ? (Nu numai că asemenea afirmaţii nu au valoare, dar ele sînt atît de enervante, încît oricine insistă să le facă are toate şansele să fie considerat nebun.)

Ştiinţa se ocupă pumai de fenomene care pot fi reproduse, de observaţii care pot fi făcute, în condiţii exact definite, de către orice persoană cu o inteligenţă normală, observaţii acceptate de orice om rezonabil *.

Se poate susţine că ştiinţa eşte singurul domeniu al activităţii intelectuale umane în care oamenii rezonabili pot fi de acord şi în care aceiaşi oameni rezonabili se pot răzgîndi odată cu apariţia unor fapte noi. în politică, artă, literatură, muzică, filozofie, religie, economie, istorie — şi lista s-ar putea prelungi la nesfîrşit —, oameni de obicei rezonabili nu numai că nu ead de acord, manifestîndu-şi uneori cu patimă poziţia, dar nici nu se răzgîndesc vreodată.

Evident, imaginea ştiinţifică a lumii nu ne-a parvenit intactă din cele mai vechi timpuri. Ea a fost descoperită şi descifrată încetul cu încetul. Ea nu e completă şi poate că nu va fi niciodată. Noile precizări, modificări şi adăugiri pot părea fantastice la început (ca, de exemplu, teoria cuantelor şi relativitatea), dar există moduri bine cunoscute de a le verifica ; dacă teoriile rezistă, ele sînt acceptate. Metoda verificărilor nu este întotdeauna simplă şi uşoară ; în timpul încercărilor pot apărea dispute[1] [2], şi verificarea unei teorii poate fi inutil întîrziată.

Dar acceptarea va veni în cele din urmă, fiindcă gîndirea ştiinţifică se autocorectează cîtă vreme există o libertate rezonabilă a cercetării ,şi a publicării rezultatelor.

Toate acestea justifică faptul că în această carte mă

1 Nu vreau să fac efortul de a defini un „om rezonabil". Cel mai simplu este să considerăm orice individ Care face efortul să citească această carte drept om rezonabil.

2 Asemenea dispute pot deveni penibile şi polemice cîteodată, fiindcă savanţii sînt şi ei oameni şi oricare dintre ei poate fi uneori meschin, rău, răzbunător sau pur şi simplu prost.

ocup de fenomene supranormale atunci cînd e necesar,' dar niciodată de cele supranaturale. în această discuţie despre inteligenta nonumană nu va fi vorba nici de îngeri, nici de demoni, nici de Dumnezeu, nici de diavol, de nimic din ceea ce nu este accesibil observaţiei, experimentului şi raţiunii, x

Animale

în căutarea inteligenţei nonumane pe Pămînt. după ce am eliminat toate lucrurile minunate pe care imaginaţia umană le-a construit din nimic, trebuie să găsim ce putem în lucrurile banale pe care le percepem şi le observăm.

Dintre obiectele naturale de pe Pămînt putem să le eliminăm de la bun început pe cele fără viaţă.

Aceasta nu este în nici un caz o hotărîrc indiscutabilă, fiindcă nu e imposibil ca inteligenţa şi conştiinţa să fie inerente întregii materii ; poate chiar că fiecare atom conţine o anumită microcantitate din ele*. '

Poate că e aşa, însă întrucît asemenea conştiinţă şi inteligenţă nu pot (deocamdată cel puţin, şi nu putem să spunem decît „deocamdată") să fie măsurate sau măcar observate, fenomenul nu intră în cadrul Universului la care intenţionăm să ne referim, şi îl vom elimina.

Pe de altă parte, în căutarea inteligenţei nonumane putem considera de la sine înţeles faptul că inteligenţa, pe care o căutăm, deşi prezentă în altă parte decît înti-o fiinţă umană, este, cel puţin în mare, comparabilă calitativ cu inteligenţa omenească. Aceasta înseamnă că trebuie să fie o inteligenţă pe caro s-o putem recunoaşte cu uşurinţă ca atare şi că orice inteligenţă ap exista într-o piatră, ea nu face parte din cele pe care le putem recunoaşte.

Dar, veţi spune, oare toate formele de inteligenţă trebuie să fie identice, sau similare, sau măcar uşor de recunoscut ? Oare un bolovan n-ar putea să fie la fel de inteligent ca noi sau chiar mai inteligent, dar într-un mod imposibil de recunoscut ?

Dacă ar fi aşa, nimic nu ne-ar opri să şpunem că orice obiect din întregul Univers este tot atît de

inteligent ca o fiinţă umană sau mai inteligent, dar în cazul fiecăruia dintre aceste obiecte natura inteligenţei este atît de diferită de a noastră incit nu poate fi recunoscută.

Dacă susţinem acest lucru, discuţia se opreşte aici şi face imposibilă orice investigaţie ulterioară. Dacă vrem să continuăm, *trebuie* să stabilim liniile. în căutarea inteligenţei nonumane ne putem limita, foarte bine la inteligenţa pe care o putem recunoaşte ca atare (chiar vag) din observaţii reproductibile şi folosind ca termen de referinţă propria noastră inteligenţă.,

E posibil ca inteligenţa căutată să fie atît de diferită de a noastră, înеît să n-o putem recunoaşte dintr-odată, ci doar treptat. Oricum, în toţi anii petrecuţi dî oameni alături de obiecte neînsufleţite nu a apărut niciodată. vreun, motiv să credem că ele ar fi dat vreun semn de inteligenţă cit de mic şi este, deci, cit se poate de rezonabil să le eliminăm.

Dacă trecem la obiectele însufleţite, putem ridica problema modului în care deosebim obiectele neînsufleţite de cele însufleţite. Deosebirea se face mult mai greu decît credem, dar este irrîevantă. Toate obiectele caia ne pot deruta în clasificare, fio cie vii sau nu. nu pot avea în. nici un caz pretenţii de proprietari ai inteligenţei nonumane.

Dintre obiectele indiscutabil vii putem elimina întreaga lume vegetală. Nu putem recunoaşte inteligenţă nici în cel mai impunător stejar, nici în cel mai parfumat trandafir, nici în cea mai feroce plantă carnivoră[3 4].

Cînd e vorba de animale însă, lucrurile sesch-.mbă. Animalele se mişcă, la fel ca noi, şi au nevoi şi spaime uşor de recunoscut, la fel ca noi. Ele mănîncă, dorm, exeretă, se reproduc, caută confortul şi evită pericolul. Există de aceea o tendinţă de. a privi acţiunile lor prin prisma motivaţiei şi inteligenţei umane.

Astfel, imaginaţia omului vede furnicile şi albinele — avînd o comportare pur instinctivă., care nu permite

3 Cu excepţia unor obiecte neînsufleţite numite computere, apărute în ultimii 25 de ani, şi care au proprietăţi uşor de confundat cu inteligenta. Ele sînt produse umane şi. pot fi considerate drept prelungiri ale Inteligenţei omului, şi nu inteligenţe nonumane.

4 S-au scris cărţi în caro se susţine că plantele reacţionează Ja vorba omenească într-un mod în aparenţă inteligent. Din punctul de vedere al biologilor, asemenea opinii sînt lipsite de orice v$- teante ştiinţifică.

decît minime variaţiuni individuale sau schimbări de comportament în cazul unor evenimente neprevăzute — drept adevărate simboluri ale hărniciei.

Şarpele, care se tîrăşte prin iarbă fiindcă acesta este singurul mod de mişcare permis de evoluţia formei şi structurii lui. şi care astfel trece neobservat şi poate ataca înainte de a fi văzut, este considerat un simbol al şireteniei şi perfidiei. (Această caracterizare este confirmată chiar şi de Biblie — vezi Cartea Facerii, cap. 3, 1.)

Tot aşa, măgarul este socotit prost, leul şi vulturul ■ — mîndri şi maiestuoşi, păunul — vanitos, vulpea — ş.ireată şi aşa mai departe.

Atribuirea grosolană a motivaţiilor umane acţiunilor animalelor va duce inevitabil la convingerea că, în cazul stabilirii unei comunicări cu anumite animale, ele vor da dovadă de inteligenţă umană.

Ceea ce nu înseamnă că, strînşi cu uşa. oamenii vor recunoaşte că aceasta este convingerea lor. Totuşi, putem privi desenele animate ale lui Disney, în care eroii sînt animale cu inteligenţă umană, fără ca incongruenţa situaţiei să ne deranjeze.

Desigur, desenele animate sînt doar un amuzament, iar suspendarea voluntară a neîncrederii este o caracteristică binecunoscută a fiinţelor umane. Să nu uităm că şi fabulele lui Esop şi poveştile medievale cu vulpoiul Renard nu se referă la 'animale care vorbesc, ci reprezintă un nwd de a spune adevăruri legate de abuzurile sociale, sau referitoare la ele, fără a risca să-i indispună pe puternicii zilei, de cele mai' multe ori nu îndeajuns de inteligenţi peptru a se recunoaşte în satiră.

în orice caz, popularitatea constantă a acestor poveşti cu animale la care mai putem adăuga seriile *Uncie Reinus,* ale lui Joel Chandler Harris, şi *Dr. Doolittle,* aparţinînd lui Hugh Lofting, confirmă certa disponibilitate umană de a renunţa la neîncredere în această direcţie, 'mai mult chiar decît în oricare alta. Pe undeva, mulţi dintre noi încearcă să creadă că animalele, chiar dacă nu sînt .inteligente ca noi, ar trebui să fie.

Nu putem nici măcar să exploatăm ideea că poveştile cu animale cuvîntătoare se adresează, în primul rînd, copiilor. Recentul succes al cărţii *Watership Down,* de Richard Adams, este un exemplu de asemenea carte cu animale cuvîntătoare, destinată

adulţilor, care mi s-a părut deosebit de emoţionantă.

Totuşi, alături de acest sentiment vechi, primordial, ce înrudire cu animalele (prezent chiar atunci cînd le vînăna sau le. exploatăm nemilos), există, cel puţin în gîndirea occidentală, conştiinţa unei definitive separaţii între oameni şi animale.

în descrierea biblică a Creaţiei,, omul apare printr-un act diferit de cel prin care Dumnezeu a creat animalele. Fiinţa umană este descrisă ca fiind creată după chipul şi asemănarea Domnului şi restul creaţiei îi este dat în stăpînire.

Diferenţa poate fi interpretată în sensul următor : oamenii au suflet, iar celelalte animale nu ; există o scîn- teie de divinitate şi de nemurire în fiinţele umane care nu este prezentă la celelalte animale ; ceva din oameni va supravieţui morţii, ceea ee nu se va întîmpla în eazul animalelor.

Toate acestea nu intră în domeniul ştiinţei si pot fi ignorate. Influenţa unor asemenea opinii religioase ne. face însă să credem cu mai multă uşurinţă că oamenii sînt singurele entităţi raţionale, oeea ce nu se poate spune despre vreun alt animal. Iată, în fine, o afirmaţie care poate fi susţinută şi observată prin metodele obişnuite ale ştiinţei.

Totuşi oamenii nu sînt destul de siguri de caracterul unic al speciei noastre pentru a fi dispuşi să accepte rigorile investigaţiei ştiinţifice. Pînă şi tendinţa unor biologi, ferrn convinşi de ordinea naturală, de a clasifica fiinţele în specii, genuri, ordine, familii şi aşa mai departe, a stîrnit serioase nelinişti.

Grupînd animalele după asemănări mai mult sau mai puţin remarcabije, obţinem un arbore al vieţii în care diversele specii ocupă diferite locuri pe diferite ramuri. Ceea ce începe ca o metaforă inevitabilă duce la o sugestie foarte clară — arborele a crescut, ramurile s-au dezvoltat.

Pe scurt, simpla clasificare a speciilor ne conduce inexorabil spre bănuiala că viaţa a evoluat, că speciile mai inteligente, de exemplu, au evoluat din Specii mai puţin inteligente şi că, în special, oamenii s-au dezvoltat din specii primitive care nu aveau capacităţile considerate astăzi de noi specific umane.

Într-adevăr, cînd Charles Darwin a publicat în 1859 *Originea speciilor,* reacţia împotriva cărţii a fost violentă-, deşi Darwin evitase cu multă grijă orice referinţă la evoluţia omului. (Abia peste un deceniu a

avut curajul nă publice *Originea omului.)*

Pînă şi în ziua de azj mulţi oameni acceptă cu greu evoluţia. Lor nu li se pare o jignire faptul că există unele caracteristici umane la animale precum şoarecele (cine ar putea fi mai simpatic de^it Mickey ?), dar consideră jignitoare posibilitatea ca noi înşine să provenim din strămoşi subumani.

Primate

/

Există. în clasificarea animalelor, un ordin numit al primatelor care include, printre altele, maimuţele mici şi maimuţele antropoide. Aspectul exterior al primatelor este mult mai apropiat de cel al fiinţelor umane decît de al oricăror alte animale şi din această aparenţă putem deduce cu uşurinţă că înrudirea lor cu oamenii este mult mai ştrînsă decît a celorlalte animale. De fapt, omul trebuie să fie inclus printre primate dacă vrem să păstrăm sensul clasificării animalelor.

Odată acceptată ideea de evoluţie, trebuie să tragem Inevitabil concluzia că diversele primate, *inclusiv omul,* s-au dezvoltat dintr-o singură tulpină ancestrală şi sînt, mai mult sail mai puţin, veri.

Asemănarea primatelor cu omul este şi înduioşătoare, şi respingătoare. Cuştile maimuţelor sînt întotdeauna foarte frecventate în grădinile zoologice şi oamenii privesc cu fascinaţie maimuţele antropoide (care seamănă cel mai bine cu oamenii).

Dramaturgul englez William Congreve scria în 1695 : „N-am putut să privesc niciodată o maimuţă fără să nu ajung la concluzii dureroase*[4]. E destul de uşor de ghicit că acele „concluzii dureroase" erau legate de posibilitatea de a descrie oamenii ca un soi de maimuţe mai mari şi ceva mai inteligente.

Cei care se opun ideii de evoluţie au deseori o atitudine răuvoitoare faţă de marile maimuţe, exagerîndule caracteristicile nonumane pentru a face astfel mai puţin plauzibilă o înrudire între ele şi ei.

S-au căutat deosebiri anatomice, sau măcar o minusculă structură anatomică prezentă exclusiv la oameni, dai- nu şi la alte animale, şi, mai ales, în nici un caz la maimuţele antropoide. Nu s-a găsit niciodată nimic.

De fapt, asemănarea superficială dintre noi şi celelalte primate, şi mai cu seamă dintre noi şî

cimpanzeu şi gorilă, devine mult mai profundă la o examinare mai atentă. Nu există nici o structură internă a fiinţei umane care să nu fie prezentă atît la cimpanzeu cit şi la gorilă. Diferenţele sînt superficiale, nu de esenţă.

Dar dacă anatomia nu reuşeşte să descopere o prăpastie de netrecut între oameni şi animalele cu care sînt cel mai îndeaproape înrudiţi, poate că vom găsi dovezi în domeniul comportamentului.

Un cimpanzeu, de exemplu, nu poate vorbi. Eforturile destinate să-i înveţe pe tinerii cimpanzei să vorbească, oricît de calme, competente şi prelungite ar fi, eşuează întotdeauna. Fără darul vorbirii, cimpanzeul rămîne un simplu animal. (Insulta *„animalule !“* nu se referă întotdeauna la lipsa de inteligenţă, ci la incapacitatea de a vorbi, de a comunica.)

Dar dacă noi sîntem cei care facem o confuzie între comunicare şi vorbire ?

Vorbirea este, fapt de la sine înţeles, cel mai eficient şi mai delicat mod de comunicare pe care îl cunoaştem, dar este oare singurul ?

Vorbirea umană depinde de capacitatea omului de a controla mişcări rapide şi delicate ale gîtului, gurii, limbii şi buzelor, care par să fie sub controlul unei zone a creierului numite circumvoluţiunea lui Broca ; ea poartă nu- melc chirurgului francez Pierre Paul Broca (1824—1880). Dacă circumvoluţiunea lui Broca este afectată de c, tumoare sau de un traumatism, omul suferă de afazie şi nu poate nici vorbi, nici înţelege vorbirea. Totuşi, un asemenea om işi păstrează inteligenţa şi se popte face înţeles, prin gesturi, de exemplu.

Zona din creierul cimpanzeului echivalentă cu circumvoluţiunea lui Broca nu este nici destul de mare, nici destul dc complexă pentru a face posibilă vorbirea, în sensul uman al fenomenului. Dar gesturile ? Cimpanzeii folosesc gesticulaţia pentru a comunica atunci cînd trăiesc în libertate ; poate fi îmbunătăţită această metodă ?

în iunie 1966, Beatrice şi Allen Gardner, de la Universitatea Nevada, s-au hotărît să înveţe o femelă de cimpanzeu în vîrstă de un an şi jumătate, numiiâ Wadioe, să folosească limbajul prin semne al surdomutilor. Rezultatele i-au uimit şi pe ei, şi restul lumii.

Washoe a învăţat cu uşurinţă zeci de semne, folosin-

du-le adecvat pentru a comunica dorinţe şi abstracţiuni. Ba a inventat chiar modificări pe care le-a folosit, de asemenea, corect. Ea a încercat să-i înveţe şi pe alţi cimpanzei limbajul semnelor şi se bucura vizibil să comunice.

Şi alţi cimpanzei au fost educaţi într-un mod similar, linii au fost învăţaţi să aranjeze şi să rearanjeze plăcuţe metalice pe o tablă. Cu această oeazie, ei s-au dovedit capabili să înţeleagă şi să folosească gramatica, şi nu s-au lăsat derutaţi de propoziţiile lipsite de sens oferite uneori intenţionat de către profesorii lor.

Şi puii de gorilă au fost supuşi unor astfel de experimente dovedind calităţi superioare cimpanzeilor.

Nu e vorba de reflexe condiţionate. Toate datele ne arată că cimpanzeii şi gorilele ştiu ce fac, la fel cum putem spune despre oameni că ştiu ce fac, atunci cînd vorbesc.

Desigur, limbajul maimuţelor este foarte simplu în comparaţie cu cel al oamenilor. Fiinţa umană este cu mult mai inteligentă decît maimuţele, dar şi în acest caz diferenţa constă în gradul de inteligenţă, şi nu în structura ci.

Creier

Pentru oricine procedează la un studiu comparativ al inteligenţei animalelor, este clar că factorul anatomic esenţial e reprezentat de creier. Primatele au un creier mai mare decît marea majoritate a nonprimatelor, iar creierul uman este, do departe, cel mai mare creier de primat.

Creierul unui cimpanzeu adult cântăreşte 380 de grame, iar cel al unei gorile adulte 540 de grame. Creierul unui bărbat adult cîntăreşte în medie 1450 de grame.

Creierul uman nu este în nici un caz cel mai mare pe scara evoluţiei. Cei mai mari elefanţi au un creier care poate ajunge la greutatea de 6 000 de grame, iar creierul celor mai mari balene poate depăşi 9 000 de grame.

Fără îndoială, elefantul este unul dintre cele mai inteligente animale. De fapt, inteligenţa elefantului este atît de evidentă, înеît oamenii tind să o exagereze. (Tendinţa de a exagera inteligenţa elefantului depăşeşte cu mult exagerările legate de inteligenţa maimuţelor,

poate fiindcă elefantul este atît de deosebit de noi ca aspect, îneît. nu reprezintă o ameninţare atît de evidentă a unicităţii noastre.)

Posibilităţile de a studia balenele sînt mai reduse decît cele de a studia elefanţii, dar putem fi monvinşi că şi balenele fac parte din categoria animalelor foarte inteligente.

Dar, cu toate că elefanţii şi balenele sînt şnimale relativ inteligente, este evident că sînt mai puţin inteligente decît fiinţele umane şi poate chiar decît cimpanzeii şi gorilele. Cum se potriveşte aceasta cu dimensiunile supraomeneşti ale creierului lor ?

Creierul nu este doar un organ al inteligenţei, el este un mediu în care sînt organizate' şi controlatei aspectele fizice ale corpului. Dacă avem de-a face cu un corp de mari dimensiuni, o bună parte a creierului este ocupată cu fizicul, pentru intelect rămînînd foarte puţin.

Astfel, fiecare kilogram de creier de cimpanzeu ar răspunde de 150 de kilograme de corp dt? cimpanzeu, raportul creier-corp fiind de 1/150. în cazul gorilei raportul poate coborî pînă la 1/500. La oameni, însă, raportul este de aproximativ 1/50.

Comparaţi aceste cifre cu situaţia elefantului, la care raportul creier-corp poate ajunge la 1/1000, sau cu marile balene, unde raportul creier-corp se apropie de 1/10000. Aşa că nu ne mai surprinde acum poziţia deosebită a oamenilor, la care nu pot să ajungă elefanţii şi balenele, cu toate că au creier foarte mare.

Totuşi există organisme al căror raport creier-corp este mai bun decît în cazul oamenilor. E cazul unor maimuţe mici şi al păsărilor colibri. La unele maimuţe, raportul ajunge pînă la 1/17,5. Numai că, în acest caz, masa creierului este mult prea mică pentru sarcini intelectuale serioase.

Omul a ajuns la o fericită cale de mijloc. Creierul uman este destul de mare pentru a permite o inteligenţă avansată. iar trupul omului este destul de mic pentru a lăsa loc de activitate intelectuală în creier.

Dar nici în acest caz fiinţa umană nu este unică.

Studiind inteligenţa balenelor, facem poate o greşeală dacă ne ocupăm doar de cele mai mari exemplare. Am putea la fel de bine să încercăm să apreciem inteligenţa primatelor studiind-o pe cea mai mare, gorila, şi igno- rîndu-l pe micul său văr, omul.

Ce ne facem însă cu delfinii şi cu marsuinii, verii pig-mei ai balenelor uriaşe ? Unii nu sînt cu mult mai mari

decit un om şi totuşi au un creier mai mare decit creierul uman (cîntărind pînă la 1 700 de grame) şi cu mujt mai multe circumvoluţiuni.

Nu putem deduce însă, folosind doar această informaţie, că delfinul este mai inteligent ca omul, fiindcă mai iamine de rezolvat problema organizării interne a creierului. Creierul delfinului poate fi organizat pentru funcţii iredominant neintelectuale.

Singurul mod de a găsi un răspuns constă în studierea comportamentului delfinilor, şi aici, din păcate, avem de fntîmpinat mari greutăţi. Delfinii par să comunice prin sunete modulate, mai complicate chiar decît cele ale limbilor omeneşti, şi totuşi nu s-au făcut progrese în înţelegerea comunicării la delfini. Ei par să dea semne de comportare inteligentă, chiar de blîndeţe şi afecţiune : cu toate acestea, mediul în care trăiesc este atît de deosebit de al nostru, îneît ne e foarte greu să ne apropiem de ei şi să le înţelegem gîndurile şi motivaţiile. Problema nivelului exact de inteligenţă a delfinilor rămîne, pe moment, ne- rczolvată.

[1] Foc

în lumina părţilor precedente din acest capitol, răspunsul la întrebarea privind existenţa inteligenţei nonumane pe Pămînt trebuie să fie : Da.

Se pare că afirmaţia pe care am susţinut-o la începutul acestui capitol, cum că noi am fi un produs al ştiinţei, nu stă în picioare. Există multe animale surprinzător de inteligente, şi nu ne referim numai la maimuţe, elefanţi şi delfini. Ciorile sînt surprinzător de inteligente în comparaţie cu alte păsări, iar caracatiţele ajung la un nivel de inteligenţă care depăşeşte mult nivelul tuturor celorlalte nevertebrate.

Şi totuşi *există* diferenţe fundamentale, există prăpăstii de netrecut. Cheia problemei conştă nu atît în simpla prezenţă a inteligenţei, ci în ceea ce se face cu ajutorul acestei inteligenţe.

Fiinţele umane au fost definite ca animale producătoare 4e unelte şi sîntem siguri că pînă şi hominizii cu creier mic care ne-au precedat cu cîteva milioane de ani în urmă foloseau pietre cioplite. Nimic surprinzător, deoarece pînă şi acei hominizi posedau un creier superior celui al maimuţelor de astăzi.-

Oricum, şi alte animale, uncie chiar total

ncintcligentc, folosesc pietre şi crengi în moduri care pot fi considerate identice cu folosirea uneltelor.

Deci nu producţia de unelte este cea care separă clar oamenii de alte animale inteligente.

Cu toate acestea, trebuie să existe un soi de unealtă care să marcheze linia de separaţie dintre speciile inteligente şi celelalte.

Nu avem mult de căutat. E vorba de îmblînzirea şi folosirea focului. Există dovezi clare privind folosirea focului în peşterile din .China, în care trăia, acum peste 500 000 de ani, o specie primitivă de hominizi, *Homo erectus.* De atunci, descoperirea n-a mai fost dată uitării.

Nu există nicăieri pe Pămînt oameni care să nu ştie să aprindă şi să folosească • focul. Nici o specie nonumană nu a făcut vreodată nici cel mai mic progres în direcţia folosirii focului, după cîte ştim.

Să încercăm să definim „inteligenţa umană" : un nivel de inteligenţă suficient de înalt pentru a permite dezvoltarea metodelor de aprindere şi utilizare a focului. , în acest caz, la întrebarea privind existenţa unui echivalent al inteligenţei umane pe Pămînt la' speciile non- umane răspunsul trebuie să fie ; Nu ! Omul este unic.

Ac putea să pară un răspuns nedrept, rezultatul unei definiţii arbitrare şi părtinitoare. Să vedem dacă e aşa, comparînd delfinul cu omul.

Delfinul îşi petrece viaţa în apă, iar omul în aer. Apa este un mediu mult mai dens decît aerul. E nevoie de un efort mult mai susţinut pentru a te deplasa cu o anumită viteză prin apă decît prin aer. (Oricine a înceicat să fugă prin apă, ştie foarte bine acest lucru.)

Pentru a se deplasa rapid prin apă, delfinii au evoluat plnă la o formă ludrodinamică foarte reuşită. Omul, cave se mişcă prin aer, nu a avut nevoie de caracteristici aerodinamice. Fiinţa umană, chiar dezvoltînd o formă foarte neregulată, este capabilă de mişcări rapide.

Acesta este motivul pentru care la om s-au putut dezvolta prelungiri complicate, spre deosebire de delfin. Profilul hidrodinamic al delfinului îi permite să aibă ca prelungiri manevrabile doar două înotătoare scurte şi o coadă, utile numai pentru propulsie şi ghidaj.Pe scurt, oamenii, fiindcă trăiesc în aer, pot dezvolta mîini cu care să Acţioneze asupra mediului înconjurător. Delfinii, care trăiesc în apă, nu şi-au putut dezvolta inîini.

încă ceva. Focul pe care oamenii primitivi au învăţat :>ă-l folosească constă în radiaţie calorică şi luminoasă provenită dintr-o reacţie chimică cu degajare rapidă de (nergie. Cele mai obişnuite reacţii chimice cu degajare i nare de energie utilizabilă în acest domeniu sînt cele care rezultă din combinarea trtioi substanţe care conţin atomi eh- carbon, atomi de hidrogen, sau arnîndouă („combustibil") cu oxigenul din aer. Procesul se numeşte combustie. Pucul nu poate exista sub apă întrucît acolo nu există oxigen liber, iai' combustia nu poate avea loc.

De aceea, chiar dacă delfinii ar fi avut inteligenţa să tvneeptualizeze focul şi să rezolve mintal etapele necesare imblînzirii şi folosirii lui, ei nu ar fi reuşit să pună în practică nimic din toate acestea.

După cum vedem, faptul că oamenii folosesc focul poate fi considerat un simplu efect accidental al vieţii i mane în aer, fără a fi neapărat o dovadă sigură de inteligenţă.

La urma urmei, delfinii, deşi nu îşi pot influenţa mediul şi nu sînt în stare să aprindă un foc pe cave să-l folosească, au poate, în felul lor, o subtilă filozofie de viaţă. Poate că ei au ajuns mai degrabă decît noi la o imagine raţională a existenţei. Poate că în schimbul lor de sentimente e mai multă bucurie şi mai multă afecţiune şi că înţeleg mai multe. Faptul că nu le înţelegem filozofia ,şi modul de gîndire nu înseamnă ca inteligenţa lor eşte mai prejos, ci, poate, că este doar o dovadă a inferiorităţii noastre.

Ei bine, *poate !*

De fapt însă, nu avem nici o dovadă privind filozofia de viaţă a delfinilor. Lipsa de dovezi poate fi greşeala noastră, dar nu putem face nimic în această privinţă. Fără dovezi nu putem construi un raţionament util. Putem căuta dovezi în speranţa că le vom găsi cîndva, dar pînă atunci e neîndoios că nu-i putem atribui delfinului o inteligenţă umană.

Mai mult decît atît, chiar dacă definiţia dată de noi inteligenţei umane pe baza focului este nedreaptă şi părtinitoare într-un sistem abstract de valori, ea se va dovedi utilă şi rezonabilă pentru scopurile acestei cărţi. Focul ne deschide un drum la capătul căruia începe căutarea inteligentei extraterestre ; fără foc, nu* am fi detectat-o niciodată.

Inteligenţele extraterestre pe care le căutăm trebuie ■•ă fi ajuns la folosirea focului (sau, ca să fim corecţi, a unui echivalent al acestuia) cîndva, în istoria lor, fiindcă, după cum vom vedea, altfel nu şi-ar fi putut dezvolta calităţile care să le permită să fie detectate.

/

Civilizaţie

De cînd există viaţă, fiinţele vii au folosit energia chimică combinînd lent anumite substanţe chimice cu oxigenul din celulele lor. Procesul este analog cu combustia, dar mult mai lent şi mult mai fin controlat. Uneori este folosită energia disponibilă în corpurile fiinţelor din- tr-o specie mai puternică, aşa cuni se întîmplă cu Remora cînd se agaţă de rechin sau cu omul cînd leagă boii la plug.

Sînt folosite uneori surse neanimate de energie ai atunci cînd vietăţile se lasă purtate de vînt sau de curentii de apă. în aceste cazuri sursa neanimata de energie trebuie să fie acceptată în locul şi în momentul în care se întîmplă să existe şi în cantitatea disponibilă atunci şi acolo.

Folosirea focului de către oăfneni a introdus o sursă neanimată de energie care era portativă şi putea fi folosită oriunde era nevoie. Focul poate fi aprins sau stins după voie şi poate fi întrebuinţat cînd dorim. Poate fi făcut mic sau alimentat pînă devine mare şi poate fi folosit în cantităţile dorite.

Folosirea focului le-a oferit oamenilor, adaptaţi evolutiv numai la o climă blîndă, posibilitatea să pătrundă în zonele temperate. Focul i-a ajutat să supravieţuiască nopţilor reci şi iernilor lungi, i-a apărat de animalele de pradă, speriate de flăcări, i-a făcut să gătească carnea şi cerealele, oferindu-le posibilitatea unui regim alimentar mai variat care micşora riscurile de infecţii micrqbiene şi de infestare cu paraziţi.

Oamenii s-au înmulţit la număr, ceea ce însemna că mai multe minţi puteau planifica progresele viitoare.

Focul i-a făcut să nu-şi mai ducă viaţa de la o zi la alta, dîndu-le mai mult timp de folosire a creierului pentru rezolvarea unor probleme diferite de cele imediate şi urgente.

Pe scurt, folosirea focului a declanşat o serie vertiginoasă de progrese tehnologice.

în urmă cu aproape 10 000 de ani, în Orientul Mijlociu s-a declanşat o serie de progrese cruciale. Printre acestea, dezvoltarea agriculturii, păstoritul, oraşele, olăritul, metalurgia şi scrisul. Ultimul pas, scrisul, s-a produs în Orientul Mijlociu, în urmă cu 5 000 de ani.

Acest ansamblu de modificări, întins pe o perioadă de 5 000 de ani, a produs ceea ce numim civilizaţie, termen pe care îl dăm unui mod de viaţă sedentară, unei societăţi complexe în care oamenii se specializează în anumite domenii.

Desigur, şi alte animale construiesc societăţi complexe < are pot fi compuse din diferite tipuri de indivizi specializaţi pentru diferite sarcini. Acest aspect este evident la insectele cu instinct social, precum albinele, furnicile şi termitele, la care indivizii, în anumite cazuri, sînt specializaţi fiziologic în aşa măsură îneît nu mai pot mînca, ci trebuie să fie hrăniţi de alţii. Unele specii de furnici practică agricultura şi cultivă mici ciupercării, în timp ce altele au turme de afide ; alte furnici se războiesc cu specii mai mici, pe care le înrobesc. Fără îndoială, stupul de albine, muşuroiul de furnici sau colonia de termite au multe puncte comune cu aşezările omeneşti.

Cele mai complexe societăţi nonumane, cele ale insectelor, sînt rezultatul unei comportări instinctive ale cărei linii directoare sînt conţinute în gene şi în sistemul nervos al indivizilor încă de la naştere. Nici o societate nonumană nu foloseşte focul. Cu cîteva excepţii nesemnificative, .societăţile de insecte trăiesc pe baza energiei produse de corpul insectei.

Aşadar, ar fi mai corect să considerăm societăţile umane ca fiind radical diferite de orice alte societăţi şi să atribuim ceea ce numim civilizaţie numai societăţilor umane.

O a treia serie de schimbări a început în urmă cu 200 de ani, odată cu apariţia maşinii cu abur, care a deschis drumul unei revoluţii industriale ce continuă şi în prezent. în urmă cu vreo 20 de ani am început să folosim tipuri de energie care s-ar putea scurge în spaţiu în cantităţi observabile. *Noi am* devenit detectabili.- Pe scurt, nu căutăm doar viaţa extraterestră. Nu căutăm nici doar inteligenţa extraterestră. Căutăm o civilizaţie extraterestră care dispune de suficientă energie de un tip destul de evoluat pentru a putea fi detectată la distanţe interstelare. Prin urmare, dacă nivelul de viaţă / inteligenţă / civilizaţie în vreo lume nu e detectabil, ei bine, atunci nu vom reuşi să-l detectăm.

Şi acum, se vede foarte bine că putem spune liniştiţi că pe Pământ există doar o singură civilizaţie de felul celei pe care o căutăm, doar una, a noastră. După cîte ştim, nu a existat nicicînd vreo altă civilizaţie de acest fel pe Pământ şi de-abia acum cîţiva ani civilizaţia noastră a intrat în rîndul color la care mă refer — civilizaţiile detectabile.

Desigur, după ce am demonstrat că în rolul nostru de creatori de civilizaţie sîntem singuri pe Pămînt, nu trebuie s-o luăm în tragic. Pămîntul nu mai este singura lume în conştiinţa fiinţelor omeneşti. Nu trebuie decît să căutăm civilizaţii în altă parte, în alte lumi, şi poate că atunci vom descoperi că de fapt nu sîntem singuri.

LUNA

Faze

Dacă ne închipuim pe noi înşine privind lumea înconjurătoare ftiiă a şti nimic despre ea, e scuzabilă ideea că J'ămîntul este singura lume. Ce i-a făcut oare pe oameni •a creadă că mai există şi alte lumi ?

Luna. Gîndiţi-vă...

Caracteristica predominantă a corpurilor cereşti este strălucirea. Stelele sînt mici luminiţe strălucitoare. Planetele sînt luminiţe strălucitoare ceva mai vizibile. Soarele este un disc luminos strălucitor. Uneori meteoriţii produc <> efemeră linie de lumină. Şi mai rare sîpt cometele, pete ceţoase de lumină incertă.

Lumina face corpurile cereşti să fie diferite de Pămînt, care e întunecat şi nu dă lumină.

Bineînţeles că lumina poate fi produsă pc Pămînt sub forma focului, care este însă cu totul deosebit de luminile dc pe cer. Focurile pămînteşti trebuie să fie alimentate în permanenţă cu combustibil fiindcă altfel se sting, pe cînd luminile din cei' sînt veşnice şi neschimbate.

Filozoful grec Aristotel (384—322 î.e.n.) susţinea că toate corpurile cereşti sînt compuse dintr-o substanţă numită cler, cu totul deosebită de elementele care

compun Pămîntul. Cuvîntul *eter* provine dintr-un verb din limba greacă veche care înseamnă *a străluci.* Corpurile cereşti străluceau, şi Pămîntul nu ; cită vreme lucrurile stăteau aşa, cel puţin în aparenţă, nu exista decît o singură lume, o lume solidă şi întunecată, pe care viaţa putea exista, şi multe obiecte strălucitoare, pe care viaţa nu putea exista.

Numai că mai există şi Luna. Luna este şingurul corp ceresc care îşi schimbă forma într-un ritm şi după un tipar vizibile cu ochiul liber. Diversele forme ale Lunii (fazele ei) sînt parcă făcute să atragă atenţia şi, cu excepţia succesiunii zilelor şi nopţilor, au fost, probabil, primele modificări astronomice care au atras atenţia oamenilor primitivi.

Luna trece prin tot ciclul ei de faze în aproximativ 29 de zile, o perioadă de timp foarte convenabilă. Pentru agricultorul şi vînătorul preistoric ciclul anotimpurilor (anul) era extrem de important, numai că era greu să observi repetarea anotimpurilor o dată la - 365 sau 366 de zile. Numărul era mult prea mare pentru a putea fi uşor urmărit. Să numeri 29 sau 30 de zile de la fiecare lună nouă pînă la următoarea, şi apoi să numeri 12 sau 13 luni noi pentru fiecare an era mai simplu şi mai practic. Alcătuirea unui calendar' care să urmărească anotimpurile anului în raport cu fazele Lunii a fost rezultatul natural al celor mai timpurii observaţii astronomice.

Alexandr Marşak, în cartea sa *Rădăcinile civilizaţiei,* publicată în 1972, aduce argumente convingătoare în favoarea ideii că oamenii primitivi, cu mult înainte de începuturile istoriei scrise, foloseau marcaje cu pietre repre- zentînd un cod destinat să memoreze repetarea fazei de lună nouă. Gerald Hawkins, autorul cărţii *Descifrarea Monumentului de la Stonehenge,* aduce argumente nu mai puţin convingătoare în privinţa caracterului de observator astronomic preistoric -al monumentului de la Stonehenge, proiectat pentru a urmări faza de lună nouă şi pentru a prezice eclipsele de Lună care coincideau cu lima plină. (Eclipsa de Lună era o înspăimîntătoare „moarte" a Lunii, după care oamenii aveau posibilitatea de a mînări anotimpurile. Posibilitatea de a prezice o eclipsă micşora spaima.)

Este foarte probabil că necesitatea practică de a stabili un calendar bazat pe fazele Lunii i-a dus- pe oamenii primitivi la crearea astronomiei, de aici la

observarea foarte atentă a fenomenelor naturii, în general, şi de aici la progresul ştiinţei.

Faptul că schimbarea fazelor Lunii era utilă nu putea decît să întărească, după părerea mea, ideea existenţei unei zeităţi binevoitoare care, din dragoste pentru oameni, a ordonat cerul potrivit unui calendar menit să conducă omenirea spre cele mâi bune metode de obţinere a rezervelor de hrană.

Fiecare lună nouă era sărbătorită religios în multe dintre culturile primitive, grija păstrării calendarului ijungînd în mîinile preoţilor. Chiar şi cuvîntul *calendar* provine din cuvîntul latin care înseamnă *a proclama,* în- Irueît fiecare lună care începe odată cu venirea lunii noi era subiectul unei proclamaţii oficiale a preoţilor. Putem ajunge deci la concluzia că, în bună parte, dezvoltarea religiilor, credinţa într-un Dumnezeu care este mai degrabă un părinte binevoitor decît un tiran capricios, este l< gata de faţa schimbătoare a Lunii. •

Mai mult decît atît, faptul că studierea atentă a Lunii ci ti atît de importantă în raport cu viaţa cotidiană a oamenilor nu putea decît să întărească ideea importanţei idtor corpuri cereşti în această privinţă. Chipul Lunii a contribuit poate astfel Ia dezvoltarea astrologiei şi a altor forme de misticism.

Pe lingă toate acestea (şi e greu de crezut că este cazul ■ă-i mai cerem Lunii şi altceva, după ce a stimulat apariţia ştiinţei, religiei şi misticismului), Luna a dat naştere •,i conceptului de pluralitate a lumilor — ■ ideea că Pămîn- I ui este doar o lume printre multe altele.

Pe vremea cînd oamenii priveau Luna noapte de noapte pentru a-i urmări fazele, era uşor de crezut că ea işi schimbă, la propriu, forma. Se năştea ca o .seceră subţire, creştea pînă ajungea un disc de lumină, apoi scădea, devenind din nou o seceră, şi murea. Fiecare lună nouă ora, la propriu, o lună nouă, o *nouă* apariţie.

S-a observat însă relativ repede că coarnele lunii noi sînt orientate *întotdeauna* în. direcţia opusă Soarelui. Era de ajuns pentru a se bănui o legătură între Soare şi fazele lunii. Odată apărută ideea legăturii, observaţiile ul- b-rioare aveau să arate că fazele erau legate de poziţiile relative al Soarelui şi Lunii. Luna era plină atunci cîr.d ca şi Soarele erau diametral opuse pe cer. Luna' era La Jumătate atunci cînd ea şi Soarele erau separate de nunv.sl 90 de grade. Luna era ca o seceră

cînd se găsea aproape de Soare şi aşa mai departe.

A devenit evident faptul că dacă Luna ar fi o sferă Ia fol de întunecată ca Pămîntul şi care străluceşte doar icflectlnd lumina Soarelui, fazele ei ar urma acelaşi ciclu ca acela observat în realitate. A apărut ideea, din ce în ce mai răspîndită, că Luna este aproape sigur un coi*p la fel de întunecat ca Pămîntul. nu compus dintr-un strălucitor „eter".

Ahă lume

Dacă Luna ar fi ca Pămîntul, adică întunecată, nu ar putea fi ca Pămîntul şl alt fel ? Nu ar putea fi o altă lume ?

încă din secolul ai V-îea i.e.n. filozoful grec Anaxagoras (500—428 î.c.n.) susţinea că Luna este o lume asemănătoare cu Pămîntul.

E acceptabil din punct de vedere intelectual să-ţi imaginezi Universul ca fiind compus dintr-o singurii lume, plus pete de lumină. Să ţi-l imaginezi ea fiind compus din două lumi, plus pete de lumină, e ceva mai greu. Dacă unul dintre corpurile cereşti e o lume, de ce n-ar fi şi celelalte ? încetul cu încetul idcca pluralităţii lumilor s-a răspîndit. Tot mai mulţi oameni au început să creadă că Universul conţine mai multe lumi.

Dar nu lumi *pustii.* Aceasta era o idee care îi îngrozea pe oameni — presupunînd că le-ar fi trecut prin minte.

Singura lume pe cave o cunoaştem, Pămîntul, e plină de viaţă, şi e perfect normal să considerăm viaţa drept o caracteristică la fel de inevitabilă a lumilor ca soliditatea. Mai mult, dacă ne referim la un Pămînt creat de vreo zeitate sau de zei, c perfect logic să credem că au mai fost create şi alte lumi. Pare absurd să presupunem că ar fi putut fi creată o lume care să riimînă pustie. La ce bun să creezi lumi pustii ? Ce risipă !

Astfel, atunci cînd Anaxagoras a declarat că Luna seamănă cu Pămîntul, el şi-a permis să presupună că este locuită. La fel au procedat şi alţi gînditori din antichitate, precum istoricul grec Plutarh (46—120 e.n.).

Ei bine, dacă o lume e locuită, e natural să presupunem că e locuită de creaturi inteligente, de

obicei reprezentate cam ca oamenii. Să presupui că o lume poate fi populată doar de plante şi animale neînzestrate cu raţiune ar părea, odată în plus, o risipă de neiertat.

Ciudat, se vorbea despre viaţă pe Lună chiar înainte de a recunoaşte Luna drept o altă lume. Aceasta din cauză că Luna este singurul corp ceresc a cărui strălucire nu e uniformă. Lumina strălucitoare a Lunii e întreruptă de pete întunecate, pete clar şi spectaculos conturate pe chipul Lunii pline.

Observatorii obişnuiţi şi fără cunoştinţe deosebite des- pi'e Lună s-au lăsat ispitiţi de ideea interpretării petelor întunecate drept imagini. (De fapt, chiar şi observatorii cultivaţi şi informaţi din ziua de azi rezistă cu greu acestei ispite.)

Ţinînd seama de antropocentrismul înnăscut al oamenilor, era inevitabilă interpretarea petelor ca reprezentare a unei fiinţe umane, şi astfel a apărut legenda despre „omul din Lună“.

Fără-ndoială, această idee a încolţit încă în preistoric, în Evul Mediu s-au făcut încercări de învelire a vechilor idei în haina unei respectabilităţi biblice. De aceea, omul din Lună era considerat ea fiind reprezentarea omului menţionat în Numerii (cap. 15, 32—36) : „Cînd se aflau fiii lui Israel în pustiu, au găsit un om adunînd lemne în ziua odihnei... Atunci a zis Domnul către Moise : *Omul acesta să moară»... L-au scos deci toată obştea fiilor lui Israel afară din tabără şi l-au ucis cu pietre...“

Nici vorbă de Lună în povestea biblică, dai’ a fost uşor de adăugat o altă poveste, şi anume că, atunci cînd omul a refuzat să ţină „duminica" pe Pămînt (deşi pentru isracliţi ziua de odihnă cădea în ziua pe care noi o numim sîmbătă), judecătorii i-au spus : „Atunci ai să ţii veşnic în ceruri ziua de luni (ziua Lunii) “.

Omul care se vede în Lună era reprezentat în Evul Mediu cărînd crengi cu spini şi un felinar, fiindcă se presupune că lucra noaptea la strînsul crengilor, sperînd sa nu-l vadă nimeni ; din cine ştie ce motive, acest om era însoţit de un cîine. Omul din Lună, cu toate elementele sale de recuzită, este eroul unei piese prezentate de Bottom şi de alţi indivizi de teapa lui în piesa lui William Shakespeare *Visul unei nopţi de vară.*

Desigur, omul din Lună apărea ca singurul locatar al lumii sale, întrucît petele se întindeau pe întreaga faţă a Lunii, iar Luna părea destul de mică.

Astronomul grec Hiparh (190—120 î.e.n.) a reuşit primul să calculeze dimensiunile Lunii în raport cu Pămîntul, ajungînd, cu ajutorul unor metode matematice adecvate, la un rezultat relativ corect. Luna este un corp ceresc cu un diametru de patru ori mai mic decît cel al Pămîntului. Ea nu este deci de dimensiunile oinului-din- Lună. Ea este o lume nu numai fiindcă este compusă dintr-o materie de culoare închisă, ci şi ca mărime.

Mai mult decît atît, Hiparh a calculat distanţa pînă la Lună. Această distanţă este de 60 de ori mai mare de la suprafaţa Pămîntului pînă la Lună decît distanţa dintre suprafaţa Pămîntului şi centrul lui.

în termeni moderni Luna se află la 381 000 km depărtare de Pămînt Şi are un diametru de 3 470 km.

Grecii ştiau prea bine că Luna este cel mai apropiat corp ceresc şi că toate celelalte astre se află mult mai departe. Dacă sînt atît de departe, şi totuşi vizibile, ele trebuie să aibă mărimeţi unor lumi.

Conceptul de pluralitate a lumilor a coborît de pe culmile speculaţiei filozofice la nivelul literaturii odată cu prima descriere a unei călătorii interplanetare, foarte asemănătoare cu proza ştiinţifico-fantastică modernă.

în jurul anului 165 e.n. un scriitor grec numit Lucian din Samosata a scris O *istorie adevărată,* descrierea unei călătorii pe Lună. în acfea carte eroul este purtat spre Lună de un uragan. El găseşte Luna luminoasă şi strălucitoare, iar în depărtare poate vedea alte lumi luminoase. Privind în jos, vede o lume care este, cu siguranţă, propria sa hune, Pămîntul.

Universul lui Lucian rămăsese în urma cunoaşterii ştiinţifice a epocii sale, întrucît el atribuie Lunii o strălucire proprie şi îngrămădeşte la un loc toate corpurile cereşti. Lucian presupunea şi că aerul umple întreg spaţiul şi că, oriunde te-ai afla, noţiunile de ,,sus“ şi „jos“ rămîn neschimbate. Deocamdată nu exiătau motive de îndoială în această privinţă.

Toate lumile din universul lui Lucian erau locuite şi el considera că peste tot se găsesc inteligenţe extraterestre. Regele Lunii era Endymion, care se războia cu regele Soarelui, Phaethori. (Aceste nume proveneau din mitologia greacă, unde Endymion era un tînăr iubit de zeiţa Lunii, iar Phaethon era fiul zeului Soarelui.) Fiinţele de pe Lună şi cele din Soare aveau înfăţişare, instituţii şi chiar apucături umane, întrucît

Endymion şi Phaethon erau angajaţi într-un război pentru colonizarea planetei Jupiter.

A fost nevoie însă să treacă aproape 1300 de ani pînă cînd tema Lunii să fie reluată de un mare scriitor. Evenimentul a avut loc în 1532 în poemul epic *Orlando furioso,* aparţinînd poetului italian Lodovico Ariosto (1474—1533). în acest poem, unul dintre personaje călătoreşte spre Lună în carul de foc care îl purtase într-un vîrtej la cer pe profetul Hie. Personajul nostru găseşte pe Lună o populaţie civilizată.

Ideea pluralităţii lumilor a primit un nou impuls odată cu inventarea telescopului. în unul 1609, savantul italian Galileo Galilei (1564—1642) a construit un telescop, pe care l-a îndreptat spre Lună. Pentru prima oară, Luna era adusă mai aproape, devenind vizibile detalii inaccesibile pînă atunci privirii omeneşti.

Galilei a văzut pe Lună lanţuri muntoase şi, după părerea lui, chiar cratere vulcanice. Şi zone netede şi întunecate care păreau mări. într-un cuvînt, vedea o altă lume.

Toate acestea au stimulat producţia ulterioară de zboruri imaginare spre Lună. Primul dintre ele îi aparţine lui Johannes Kepler (1571—1630), un astronom de mina întîi şi a fost publicat postum în 1633. Se numeşte *Somnium,* fiindcă eroul ajunge pe Lună în vis.

Cartea este remarcabilă întrucît este prima care ia în considerare datele cunoscute despre Lună, care pînă atunci fusese tratată întocmai ca o regiune a Pămîntului. Kepler ştia că pe Lună zilele şi nopţile ţin cit 14 zile terestre. Totuşi, pentru el, pe Lună exista aer, apă şi chiar viaţă ; nu se ştia încă nimic care să infirme aceste presupuneri.

în anul 1638 a fost publicată prima povestire, ştiinţifico-fantastică pe tema unui zbor în Lună, scrisă în limba engleză. E vorba de *Omul 'din Lună,* al cărei autor este episcopul englez Francis Godwin (1562—1633). Şi aceasta a fost publicată postum.

Cartea lui Godwin are o deosebită importanţă şi ocupă un loc aparte în literatura timpurie a genului întrucît a inspirat un mare număr de imitaţii. Eroul cărţii este transportat în Lună de o caleaşca trasă de un stol de gîşte (care făceau această călătorie în cadrul unor migraţii regulate spre Lună). Şi aici, Luna era populată de fiinţe inteligente, cu aspect uman.

Chiar în anul publicării cărţii lui Godwin, un alt

episcop englez, John "Wilkins (1614—1672), cumnat cu Oliver Cromwell, a produs o operă asemănătoare, care nu aparţinea de domeniul ficţiunii. în cartea sa, Descoperirea *unei Lumi pe Lună,* el face speculaţii privind posibilitatea colonizării astrului nopţii. Dar, în timp ce eroul

[1] A fost prima povestire ştiinţiflco-fantastică scrisă de un om de ştiinţă de meserie, dar în nici un caz uîttana. lui Godwin era spaniol (spaniolii fuseseră marii exploratori ai secolului precedent), Wilkins era sigur că primul om care va ajunge pe Lună va fi un englez. într-un fel Wilkins a avut dreptate, întrucît primul om care a ajuns pe Lună era englez la origine.

Wilkins mai presupunea că există aer pe tot drumul spre Lună, şi chiar în întreg Universul. Nu se înţelegea, nici măcar în 1638, că un asemenea fapt ar face imposibilă existenta unor corpuri cereşti situate la distanţă unele de altele. Dacă Luna s-ar învîrti în jurul Pămîntului prin- tr-un ocean infinit de aer, rezistenţa aerului i-ar fi încetinit treptat mişcarea şi în cele din urmă ar fi făcut-o să se prăbuşească, în bucăţi, pe Pămînt, care, la rîndul lui, s-ar fi prăbuşit în Soare şi aşa mai departe.

Lipsa de apă

Noţiunea de aer universal nu a supravieţuit multă vreme. în anul 1643, fizicianul italian Evangelista Torricelli (1608—1647). unul dintre elevii lui Galilei, a reuşit să echilibreze greutatea atmosferei în raport cu o coloană de mercur, inventînd barometrul. S-a constatat, clupă greutatea coloanei de mercur care echilibra presiunea aerului, că atmosfera s-ar întinde numai pînă la 8 km înălţime dacă ar avea o densitate uniformă. Iar dacă densitatea scade odată cu creşterea înălţimii, ceea ce se şi întîmplă 'de fapt, atunci doar cu puţin mai sus atmosfera ar fi prea rarefiată pentru a mai permite supravieţuirea.

Pentru prima oară devenea foarte clar faptul că aerul nu umple Universul, ci este un fenomen pur local, terestru. Spaţiul dintre corpurile cereşti era gol. un „vacuum", ceea ce a constituit, într-un fel, descoperirea spaţiului cosmic.

Fără aer. oamenii nu puteau călători spre Lună nici duşi de furtuni sau de căleşti trase de gîşte, nici

folosind vreuna din metodele obişnuite, adecvate traversării unui spaţiu aerian.

De fapt, singurul mod de a traversa hăul dintre Pămînt şi Lună consta în folosirea rachetelor, fapt menţionat pentru prima oară în 1657 de nimeni altul decît de scriitorul şi duelistul francez Savini.cn de Cyran.o de Bergerac (1619—1655). Cyrano, în cartea sa *Călătorii spre*

Lună şi spre Soare, înşiră şapte moduri diferite în care un <>m poate călători de la Pămînt la Lună, unul dintre acestea fiind folosirea rachetelor. Eroul său însă a efectuat călătoria printr-o altă (vai !, total lipsită de valoare) metodă.

în tot decursul secolului al XVII-lea, pe măsură ce tulescoapele deveneau mai bune, se continua şi observarea Lunii ; astronomii au început să-şi dea seama de unele particularităţi ale satelitului nostru.

Imaginea Lunii era, se pare, mereu clară şi neschimbătoare. Suprafaţa ei nu era niciodată întunecată de nori sau de ceaţă. Terminatorul — adică linia de despărţire dintre emisfera luminată şi cea întunecată — era întotdeauna foarte bine definit, şi niciodată vag, aşa cum s-ar întîmpla dacă lumina ar fi refractată printr-o atmosferă, ceea ce ar fi însemnat că pe Lună există un echivalent al amurgului terestru.

Mai mult, cînd globul Lunii se apropia de o stea, steaua rămînea perfect strălucitoare pînă cînd era atinsă de suprafaţa Lunii şi apoi dispărea într-o clipă. Ea nu-şi pierdea treptat strălucirea, aşa cum s-ar fi întîmplaţ în cazul în care atmosfera Lunii ar fi ajuns la ea înainte de suprafaţa Lunii, dacă lumina stelei ar fi trebuit să pătrundă prin straturi din ce în ce mai dense de aer. .

Pe scurt, s-a dovedit că Luna este o lume fără aer. Şi fără apă, totodată, întrucît o examinare mai atentă a arătat că „mările"' întunecate văzute de Galilei erau presărate cu cratere. Ele erau, poate, mări de nisip, în nici un caz de apă.

Fără apă era greu de crezut că există viaţă pe Lună.

Pentru prima oară oamenii au fost nevoiţi să înţeleagă că poate exista şi o lume moartă, o lume lipsită de viaţă.

Să nu ne pripim însă. Putem fi siguri că o lume fără aer şi fără apă este lipsită de viaţă ?

Să începem prin a studia viaţa pe Pămînt Desigur, ca

dovedeşte o profundă variabilitate şi adaptabilitate. Există viaţă în adîncurile oceanului şi la suprafaţa lui, în apa dulce şi pe uscat sub pămînt în aer şi chiar în deşerturi şi în zonele îngheţului veşnic.

Există chiar forme de viaţă microscopice care nu folosesc oxigen, pentru unele dintre ele oxigenul fiind ucigător. Pentru aceste fiinţe, lipsa de aer nu este o problemă. (Din cauza lor alimentele conservate în vid trebuie încălzite înainte de folosire. Unii microbi foarte periculoşi, inclusiv cei care produc botulismul, se descurcă Toarte bine în vid.)

În aceste condiţii, să fie oare greu de imaginat forme do viaţă care se descurcă fără apă ?

Da, este foarte greu. Nu există nici o vieţuitoare terestră care să poată trăi fără apă. Viaţa s-a dezvoltat în ocean, iar fluidele din interiorul celulelor oricărui organism (inclusiv cele care trăiesc azi în apă dulce sau pe uscat, şi care ar muri în apa mării) sînt în esenţă o formă de apă oceanică.

Chiar formele de viaţă din cel mai uscat deşert nu au evoluat independent de apă şi nu se pot lipsi de ea. Unele dintre ele nu beau niciodată apă, dar obţin lichidul în alte moduri — de exemplu din fluidele alimentelor consumate —, lichid pe care îl păstrează cu multă grijă.

Unele bacterii pot să supravieţuiască deshidratării şi să trăiască aşa, sub formă de spori, oricîtă vreme. Dar membrana sporului protejează de fapt fluidul din interiorul celulei bacteriene. Deshidratarea totală ar ucide o bacterie la fel de repede ca pe om.

Viruşii îşi păstrează potenţialul de viaţă chiar atunci cînd cristalizează în absenţa apei. Numai că nu se pot înmulţi decît în interiorul unei celule şi au nevoie de mediul fluid al celulei pentru a suferi vreo transformare.

Da, dar toate acestea se referă la viaţa de pe Pămînt, care s-a dezvoltat în ocean. Oare într-o lume lipsită de apă n-ar putea să apară un soi de viaţă fundamental diferită care să *nu* depindă de apă ?

Să ne gîndim puţin :

Pe suprafaţa planetelor (singura formă de viaţă pe care o cunoaştem s-a dezvoltat pe una dintre planete), materia poate exista în trei stări : solidă, lichidă şi gazoasă.

în gaze, moleculele componente sînt separate de distanţe relativ mari şi se mişcă la întâmplare. Din acest

motiv amestecurile de gaze sînt întotdeauna omogene, adică componentele sînt bine amestecate. Orice reacţie chimică care se petrece într-un loc anume se poate petrece în oricare alt loc, drept care se propagă dintr-o parte a sistemului în alta cu o iuţeală de-a dreptul explozivă. E greu de înţeles cum s-ar putea desfăşura într-un gaz reacţiile chimice, strict controlate şi reglate, care par esenţiale pentru sistemele vii, atît de complicate şi cu un echilibru atît de delicat.

încă ceva, moleculele care compun gazele sînt, de obicei, foarte simple. Moleculele complicate pe care le presupunem necesare vieţii (dacă avem de gînd să vedem schimbările variate, adaptative şi subtile care trebuie să caracterizeze în orice caz ceva atît de variat, adaptabil şi subtil ca viaţa) există în condiţii obişnuite doar în stare solidă.

Unele substanţe solide pot fi transformate în gaze prin încălzire sau prin efectul unor presiuni foarte scăzute. Complicatele molecule caracteristice vieţii s-ar rupe în fragmente mici la încălzire şi ar deveni inoperante. Supuse unei presiuni zero constante, moleculele complicate vor [>roduce doar cantităţi nesemnificative de vapori.

Tragem, deci, concluzia că nu poate exista viaţă în stare gazoasă.

în solide, moleculele componente se află într-un contact virtual şi pot exista chiar sub cele mai complicate forme. Mai mult decît atît, solidele pot fi, şi de obicei sînt, eterogene ; aceasta înseamnă că structura chimică a unei zone poate fi total diferită de structura chimică a altei zone. Cu alte cuvinte, reacţii chimice diferite se pot desfăşura în locuri diferite, în ritmuri diferite şi în condiţii diferite.

Toate bune pînă aici, dar partea proastă e că moleculele din solide sînt mai mult sau mai puţin imobile, iar reacţiile chimice se vor desfăşura prea încet pentru a produce delicatele modificări pe care le asociem cu viaţa. Tragem, deci, concluzia că nu poate exista viaţă în stare solidă.

în lichide, moleculele componente sînt în contact virtual şi există posibilitatea eterogenităţii, ca în cazul solidelor. Componentele moleculare se pot mişca liber, iar reacţiile chimice se pot desfăşura rapid, ca în cazul gazelor. Mai mult, şi. substanţele solide, şi cele gazoase se pot dizolva în lichide, ajungîndu-se la sisteme extrem de complicate în care versalitatea reacţiilor chimice

este nelimitată.

Pe scurt, chimia pe care o asociem cu viaţa pare să fie posibilă numai într-un mediu lichid. în cazul Pămîntului, acest lichid este apa, şi vom avea ceva de spus în legătură cu posibilitatea existenţei unui înlocuitor al apei mai spre sfîrşitul cărţii.

O lume fără apă (şi fără vreun alt lichid care s-o înlocuiască) pare deci incapabilă să găzduiască viaţa.

Dar dacă am eu vederi prea înguste ?

De ce nu ar putea o viaţă cu proprietăţi fizice şi chimice total diferite de cele ale vieţii terestre să se dezvolte şi chiar să evolueze pînă la inteligenţă ? De ce nu ar putea exista o formă de viaţă solidă, foarte lentă (prea lentă poate pentru a o putea recunoaşte drept viaţă) pe Lună sau, la urma urmei, chiar pe Pămînt ? De ce nu ar putea exista o formă de viaţă gazoasă, foarte rapidă şi efemeră, explodînd la propriu de gînduri şi trăind vieţi întregi în fracţiuni de secundă, pe Soare, de exemplu ?

Există speculaţii pe aceste teme. S-au scris povestiri ştiinţifico-fantastice care postulau forme de viaţă cit se poate de stranii. Pămîntul însuşi a fost privit drept fiinţă vie, ca şi galaxii întregi sau porii de praf şi gaze allaţi în spaţiul interstelar. S-a scris despre o viaţă con- stind din pură radiaţie şi energie şi s-a mai scris despre o viaţă care ar exista complet în afara Universului nostru şi care, ca atare, nu poate fi descrisă.

Nu există o limită a speculaţiilor în acest domeniu, numai că, din lipsă de dovezi, ele nu pot rămîne decît simple speculaţii. Am de gînd însă, în această carte, să mă îndrept doar în acele direcţii în care există dovezi care să mă călăuzească. Poate că dovezile vor fi inconsistente şi incomplete, poate că voi ajunge la concluzii şubrede, dar singurul lucru pe care nu am de gînd să-l fac este să calc peste hotarul dovezilor.

Deci, *pînă la proba contrarie,* trebuie să trag concluzia că, pe baza cunoştinţelor noastre despre viaţă (limitate, recunosc), o lume fără lichide e o lume fără viaţă. Şi, întrucît Luna pare să fie o lume fără lichide, Luna paie să fie o lume fără de viaţă.

Am putea fi deci ceva mai prudenţi spunînd că o lume fără lichide este o lume fără viaţă-aşa-cum-o-ştimnpi. Ar fi sîcîitor să repetăm la neşfîrşit această expresie, de aceea am s-o spun doar din cînd în cînd, ca să fiu sigur că nu o uitaţi. Pînă una-alta, vă rog .să consideraţi de la sine înţeles că în această carte, ori de

cîte ori vorbesc despre viaţă, vorbesc despre viaţă-aşa-cum-o-cunoaştem- noi. Vă. rog, de asemenea, să reţineţi faptul că nu există nici un fel de dovadă, oricît de vagă sau indirectă, în favoarea existenţei unei vieţi-nu-aşa-cum-o-cunoaştem-noi.

ţ*oate că şi în acest caz "tragem concluzii pripite. Astronomii care au folosit primele telescoape au văzut prea bine că nu există apă pe Lună în sensul că nu există mări, lacuri mari sau fluvii impunătoare. Odată cu perfecţionarea telescoapelor nu s-a ivit nici un semn al prezenţei „apei libere" pe suprafaţa Lunii.

Dar n-ar putea exista apă, în cantităţi mici, în bălţi sau mlaştini adăpostite de cratere, în rîuri şi pînzfe aflate sub scoarţa globului lunar sau, cine ştie, în combinaţii chimice instabile cu moleculele din care este compusă suprafaţa solidă a Lunii ?

O astfel de apă n-ar putea fi observată prin telescop, dar ar putea exista în cantităţi suficiente pentru a găzdui viaţa.

Da, s-ar putea — dar dacă viaţa a apărut prin intermediul unor reacţii chimice întâmplătoare (vom discuta asta într-un capitol ulterior), atunci cu cît ar fi mai mare \olumul în care se petrec aceste procese, cu atît ar fi. mai mare şansa lor de a produce în cele din urmă ceva . ilît de complicat ca viaţa. Şi încă ceva, cu cît ar fi mai mare volumul în care se desfăşoară procesul, cu atît ar li mai mult loc pentru risipa de moarte şi înlocuire care t ste motorul procesului aleatoriu al evoluţiei.

Acolo unde există doar cantităţi mici de apă, apariţia vieţii pare foarte puţin plauzibilă, şi, chiar dacă apare, evoluţia ei va fi foarte lentă. Pur şi simplu sînt depăşite limitele probabilităţii în ceea ce priveşte timpul şi posibilitatea apariţiei şi înfloririi unei forme de viaţă complexe, dar nu una suficient de complexă pentru a ajunge la inteligenţă şi la civilizaţie tehnologică.

în consecinţă, chiar dacă admitem prezenţa apei în cantităţi invizibile prin telescop, putem postula în cel mai bun caz forme de viaţă foarte simple. Nu ne putem imagina în nici un caz Luna ca fiind locuinţa unei inteligenţe extraterestre, dacă presupunem că a fost dintotdeauna aşa cum este astăzi.

Farse lunare

îmi permit să repet că *nu* conceptul de inteligenţă

extraterestră e greu de înţeles. Conceptul diametral opus este cel care întâmpină rezistenţă. Mărturiile telescopice (în cazul Lunii) fiind total nefavorabile, ele nu au putut încuraja imaginarea unor lumi moarte.

în 1686 scriitorul francez Bernard Le Bovicr de Fonte- nelle (1657—1757) a scris *Convorbiri despre pluralitatea lumilor* în care face încîntătoape speculaţii asupra existenţei vieţii pe planetele cunoscute pe atunci, de la Mercur la Saturn.

Deşi existenţa vieţii pe Lună era pusă la îndoială încă de pe vremea lui Fontenelle, iar îndoielile au crescut cu timpul, s-a dovedit că nu e prea greu să păcăleşti publicul cu poveşti referitoare la forme de viaţă inteligentă pe Lună, pînă prin 1835. Acesta a fost anul „farsei lunare".

Farsa ş-a desfăşurat în paginile unui ziar abia înfiinţat, *The New York Sun,* dornic să atragă atenţia şi să cîştige cititori. Ziarul l-a angajat pe Richard Adams Locke (1800—1871), care sosise din Anglia sa natală în Statele Unite doar cu trei ani înainte, ca autor de eseuri.

Locke era interesat de posibilitatea existenţei vieţii în alte lumi şi chiar comisese cîteva proze ştiinţifico-fantastice pe această temă. Astfel i-a venit ideea să scrie pentru ziar povestiri ştiinţifico-fantastice, fără să precizeze însă acest lucru.

A ales ca subiect expediţia astronomului englez John Herschel (1792—1871). Herschel plecase la Capetown, în Africa de Sud, pentru a studia cerul emisferei australe.

Herschel îşi luase cu el telescoape destul de bune, dar nu cele mai bune din lume. Valoarea lor consta în faptul că, întrucît toţi astronomii şi toate observatoarele astronomice din acea vreme se aflau în emisfera nordică, regiunile din apropierea Polului Sud Ceresc nu fuseseră studiate mai de loc. Deci aproape orice telescop ar fi fost bun.

Locke a ştiut prea bine să exploateze situaţia. Începînd cu ediţia din ziua de 25 august 1835 a ziarului *Sun,* Locke a descris în detaliu tot felul de descoperiri nemaipomenite realizate de Herschel cu ajutorul unui telescop care (susţinea Locke) era capabil de asemenea măriri îneît putea depista pe suprafaţa Lunii obiecte cu un diametru de numai 50 de centimetri.

În al doilea episod al foiletonului a fost descrisă su-

prafaţa Lunii. Se spunea că Herschel a văzut flori asemănătoare cu macii şi arbori precum tisa sau bradul. Era descris un lac imens cu ape albastre şi valuri înspumate, fle şi'tot felul de animale mari care semănau cu bizonii inorogii,

O idee inteligentă a fost descrierea unei excrescenţe Cărnoase pe fruntea unor vietăţi asemănătoare cu bizonii, Excrescenţă care putea fi ridicată sau coborîtă pentru a Epăra animalul de „variaţiile mari de lumină şi întuneric la care sînt supuşi periodic toţi locuitorii părţii vizibile â Lunii'[1].

în cele din urmă au fost descrise fiinţe cu înfăţişare umană, care aveau însă aripi. Ele păreau să discute între ele : „gesturile lor, şi mai cu seamă mişcările variate ale mîinilur şi braţelor, dădeau impresia că erau pasionate yi emfatice. De aici am dedus că avem de-a face cu fiinţe raţionale".

Astronomii şi-au dat seama cu uşurinţă că povestea era bună doar de adormit copiii, nu de alta, dar pe atunci nu exista (cum nu există nici astăzi) vreun telescop cu care să se poată vedea asemenea detalii de pe Pămînt, iar toate lucrurile scrise contraziceau evident cunoştinţele privind suprafaţa Lunii şi proprietăţile acesteia.

Farsa a fost dată în vileag destul de repede, dar, între timp, numărul de cititori ai ziarului *Sun* a crescut vertiginos, ajungînd, pentru puţină vreme, la un adevărat record mondial. Mii şi mii de oameni s-au lăsat păcăliţi şi aşteptau nerăbdători noi false informaţii, dovedind astfel dorinţa oamenilor de a crede în inteligenţa extraterestră, de a crede chiar în orice descoperire (sau presupusă descoperire) spectaculoasă care pare să vină împotriva convingerilor raţionale, realiste, dar lipsite de dramatism ale ştiinţei.

Cu cît caracterul inert, lipsit de viaţă, al Lunii devenea mai evident, cu atît mai vie rămînea speranţa că Luna reprezintă un caz neobişnuit şi izolat, că alte lumi din sistemul solar ar putea fi locuite.

Atunci cînd matematicianul englez William Whewell (1794—1866) a susţinut în cartea sa, *Pluralitatea lumilor,* că unele planete nu pot adăposti viaţa, el se făcea purtătorul de cuvînt al unei opinii minoritare. în 1862 tînărul astronom francez Camille Flammarion (1842—1925) a adoptat o opinie contrară în cartea sa

Despre *pluralitatea lumilor locuibile,* care s-a dovedit a fi mult mai populară.

La puţină vreme însă după apariţia cărţii lui Flamjna- rion, un nou progres al ştiinţei l-a readus pe Whewell în postura de favorit.

Lipsa de aer

Luerînd independent unul de celălalt, matematicianul scoţian James Clerk Maxwell (1831—1879) şi fizicianul austriac Ludwig Boltzmann (1844—1906) au formulat, în jurul anilor [!]60, ceea ce se numeşte astăzi teoria cinetică a. gazelor.

Această teorie priveşte gazele drept piulţirni de molecule aflate la mari distanţe, mişeîndu-se la întîmplare, cu viteze dintre cele mai diferite. Comportarea observată a gazelor la variaţii de temperatură şi presiune putea fi dedusă eu ajutorul acestor postulate.

Printre altele, teoria avea să arate că viteza medie a moleculelor este direct proporţională cu temperatura absolută şi invers proporţională cu rădăcina pătrată a maşei moleculare.

O parte a moleculelor oricărui gaz se deplasează cu o viteză mai mare decît media caracteristică temperaturii şi poale depăşi viteza necesară învingerii atracţiei gravitaţionale a planetei pe care se află. Orice se deplasează eu o viteză mai mare decît această viteză de evadare, fie că este o navă cosmică, fie că este o moleculă, se poate îndepărta pentru totdeauna de planeta de origine, presupunînd că nu se ciocneşte cu altceva.

în condiţii obişnuite, doar o foarte mică parte a moleculelor din atmosferă poate atinge viteza menţionată, păstrînd-o, cu toate inevitabilele ciocniri, pînă cînd ajunge la asemenea altitudini îneît se poate îndepărta în continuare, evitînd noi coliziuni — putem spune că atmosfera se scurge în spaţiu într-un ritm cît se poate de lent, aproape imperceptibil. Astfel, Pămîntul* planetă în cazul căreia viteza de evadare este de 11,3 km/secundă,. îşi păstrează cu succes atmosfera din care nu va pierde ţnai nimic în următoarele miliarde de ani.

Dacă însă temperatura medie a Pămîntului ar fi mult mai ridicată, viteza medie a moleculelor din atmosfera

pa ar creşte proporţional, măripdu-se astfel numărul de

plecule care depăşesc viteza de evadare gravitaţională linosfera s-ar pierde mult mai repede. Dacă temperatura ar fi destul de ridicată, Pămîntul şi-ar pierde relativ ••pcde atmosfera şi ar deveni un glob lipsit de aer.

Să ne ocupăm acum de hidrogen şi de heliu, gaze com- |Uae din particule mult mai puţin masive decît cele care Wistituie oxigenul şi azotul din atmosfera noastră. Mo- itcula de oxigen (compusă din doi atomi de oxigen) arc o Utasă de 32 de unităţi atomice, iar molecula de azot (com- SUtft din doi atomi de azot) are masa 28. în schimb, mo- tacula de hidrogen (compusă din doi atomi de hidrogen) •re masa 2, iar atomii de heliu (care există izolaţi) ■u masa 4.

La o temperatură dată, particulele uşoare se mişcă (•uit mai rapid decît cele grele. Un atom de heliu se va dtplasa de trei ori mai repede decît moleculele mai grele ţi Implicit mai lente din atmosfera noastră, iar o moleculă d* hidrogen va avea o viteză de patru ori mai mare. în Consecinţă, numărul de atomi de heliu şi de molecule de hidrogen care vor depăşi viteza de evadare este mult •tai mare decît în cazul oxigenului şi azotului.

De aici rezultă că gravitaţia terestră, suficient de în- Iriisă pentru a reţine la infinit moleculele de oxigen şi «izot din atmosferă, ai[7] pierde foarte repede cantităţile de hidrogen şi heliu aflate în sfera sa de acţiune ; acestea ><-ar scurge în spaţiul cosmic. Dacă Pămîntul s-ar forma în condiţiile actuale de temperatură şi ar fi înconjurat de nori cosmici de hidrogen şi heliu, cîmpul său gravitaţional nu ar fi destul de puternic pentru a putea să reţină aceste molecule şi atomi, caracterizaţi de dimensiunile lor reduse şi de o remarcabilă sprinteneală.

Acesta este motivul pentru care atmosfera Pâmîntului nu conţine decît urme de hidrogen şi heliu, deşi aceste două gaze constituiau cea mai mare parte a norului de materie din care s-a format sistemul solar.

Masa Lunii, în raport cu cea a Pămîntului, poate fi exprimată prin fracţia 1/81. Fiind un corp ceresc mai mir decît Pămîntul, suprafaţa ei se află mai aproape de propriul ei centru, astfel îneît cîmpul gravitaţional are la suprafaţă o intensitate ceva mai mare decît ne-am aştepta în cazul masei menţionate. Atracţia gravitaţională a Lunii, Iu suprafaţă, reprezintă 1/6 din atracţia gravitaţionala prezentă pe suprafaţa Pămîntului.Aceste date sînt reflectate» bineînţeles, de viteza de evadare gravitaţională. în cazul Lunii, aceasta are valoa- reş de numai 2,37 km/sec. Pe Pămînt doar o parte infimă din numărul total de moleeule al unui gaz anume poate, depăşi viteza de evadare. în cşzul Lunii, o bună- parte a moleculelor aceluiaşi gaz poate depăşi viteza de evadare gravitaţională, mult mai redusă. !

încă ceva, din cauză că rotaţia Lunii în jurul propriei sale axe este atît de lentă îneît Soarele rărnine pe cerul, ei deasupra unui punct anume de suprafaţă timp de cîte două săptămîni, temperatura din timpul zilei lunare ajunge la valori mult superioare celor de pe Pămînt. Astfel, creşte şi numărul de molecule care ajung la viteze supe-ţ rioare celei de evadare-. i

Ca rezultat, Luna nu are atmosferă.. Desigur, chiar şi gravitaţia modestă a Lunii poate reţine unele gaze, cu condiţia ca atomii sau moleculele acestora- să fie destul de grele. Atomii gazului kripton, de exemplu, au masa 83,8, iar atomii gazului xerron, 131,3. Cîmpul gravitaţional al Lunii i-ar putea reţine cu uşurinţă, numai că aceste, gaze sînt atît de rare în întregul Univers, îneît, chiar dacă ar exista pe Lună, constituindu-i atmosfera, aceasta ar avea o densitate de un trilion de ori mai mică decît a atmosferei terestre, în cel mai bun caz, şi ar putea fi descrisă drept o „urm^ de atmosferă".

De aceea, putem spune liniştiţi că, din punctul de vedere al problemei vieţii extraterestre, o asemenea atmosferă nu are nici o importanţă, iar Luna poate fi descrisă drept lipsită de atmosferă.

Toate acestea au mare importanţă în problema lichidului numit apă. Apa este ,,volatilă", ceea ce înseamnă că ape tendinţa de a se evapora, de a se transforma într-un gaz. La o anumită temperatură, fenomenul se desfăşoară în sens contrar — vaporii gazoşi de apă se condensează şi redevin lichid. La orice temperatură dată, apa în stare lichidă are toate şansele să şe menţină într-o stare de echilibru în raport cu o anumită

presiune a vaporilor de apă, cu condiţia ca aceştia să nu fie alungaţi de vînt, de exemplu.

Dacă vaporii de apă sînt eliminaţi.din sistem, echilibrul presiunii nu se poate menţine şi din ce în ce mai multă apă lichidă se evaporă, pînă cînd dispare întreaga cantitate. Ştim cu toţii foarte bine cum dispare apa de ploaie; în relativ putină vreme. Cu cît temperatura este mai ridicată, cu atît se produce mai repede evaporarea.

"Bineînţeles că vaporii de apă nu se pierd în întregime, în cazul în care condensarea nu se produce într-un loc nnume, ea se va petrece în altă parte, sub formă de rouă, ceaţă, ploaie sau zănadă ; astfel, Pămîntul îsi păstrează apa.

Dacă ar exista apă în stare lichidă pe Lună, vaporii dc apă formaţi s-ar scurge în spaţiu, întrucît masa molecule i de apă are valoarea 18' şi cîmpul gravitaţional al Lunii nu ar putea-o reţine. Apa lichidă şi-ar continua evaporarea şi în cele din urmă Luna s-ar usca cu totul. Absenţa aeru* Ini pe Lună exclude posibilitatea existenţei unei presiuni atmosferice care să încetinească ritmul evaporării ; chiar dacă ar fi existat apă, ea s-ar fi pierdut foarte repede.

În concluzie, pe Lună *nu poate* exista nici apă şi nici aer. Ba. mai mult, o lume fără aer este cu siguranţă o lume fără viaţă — nu fiindcă aerul ar fi absolut necesar vieţii, ci fiindcă o lume fără aer este o lume fără apă, iar apa este absolut necesară.

Totuşi teoria cinetică a gazelor mai lăsă unele lucruri neexpli'Cate. Rămîne posibilitatea să existe mici cantităţi de apă şi chiar de aer în subsolul lunar sau în combinaţii chimice cu moleculele din sol. în acest caz, moleculele mici ar fi reţinute de alte forţe decît cea a gravitaţiei — de .bariere fizice sau de legături chimice.

Poate că a existat o vreme, cîndva, în istoria Lunii, cînd aceasta avea o atmosferă şi un ocean, *mai înainte* de a le fi pierdut pe amîndouă în spaţiu. Poate că în acele vremuri s-a dezvoltat o viaţă, poate chiar o viaţă inteligentă care s-ar fi putut adapta biologic sau tehnolog, la pierderea treptată a aerului şi apei. Reprezentanţii acestei vieţi ar putea trăi în cavernele Lunii, folosind rezervoare etanşeizate de aer şi apă.

în anul 1901 scriitorul englez H. G. Wells (1866—1946) îi făcea pe eroii cărţii sale *Primii oameni în Lună* să descopere o rasă de fiinţe lunare inteligente,

asemănătoare cu insectele ca structură fizică şi strictă specializare şi trăind sub solul lunar.

Nici măcar această ipoteză nu pare plauzibilă, deoarece calculele ne arată că Luna şi-ar fi pierdut aerul şi apa (dacă le-ar fi avut) foarte repede. Sigur că le-ar fi reţinut timp de multe vieţi de om şi că, dacă dumneavoastră şi cu mine am fi trăit pe Lună pe vremea cînd aceasta mai ava atmosferă şi ocean, am fi putut duce o viaţă normala Numai că atmosfera şi oceanul nu ar fi durat destuii vreme pentru a permite dezvoltarea vieţii şi evoluţii inteligenţei. Nici pe departe.

Se pare că am aflat răspunsul definitiv. în ziua di 20 iulie 19S9, primii astronauţi au debarcat pe Lună Şi atunci, şi în expediţiile ulterioare, s-au recoltat mostn de rocă de pe suprafaţa lunară. Toate cercetările pa să arate că Luna este total aridă, că nu există nici urmi de apă şi că nu a existat niciodată.

Luna pare să fie, fără nici o îndoială, o lume moartă

Capitolul 3
SISTEMUL SOLAR INTERIOR

Lumi apropiate

Din clipa în care Galilei a început să privească cerul prin telescop, el a putut observa că diferitele planete devin vizibile ca mici discuri. Ele păreau simple puncte luminoase, atunci cînd erau văzute cu ochiul liber, fiindcă se aflau la distanţe foarte mari.

Şi încă ceva. Venus, care este mai aproape de Soare decît Pămîntul, avea faze identice cu ale Lunii, ceea ce însemna că trebuia să fie un corp ceresc întunecat care străluceşte doar fiindcă reflectă lumina. Era o dovadă convingătoare că şi planetele sînt lumi, mai mult sau mai puţin asemănătoare cu Pămîntul.

Odată stabilit acest fapt, s-a considerat de la sine înţeles că toate planetele sînt populate şi chiar de creaturi inteligente. După cum spuneam în capitolul precedent, Flammarion îşi mai susţinea această convingere în 1862.

Teoria cinetică a gazelor a infirmat nu numai posibilitatea vieţii pe Lună, ci şi în orice altă lume mai mică decît ea. O lume inai mică decît Luna nu putea să aibă aer sau apă. Cîmpul gravitaţional ar fi prea slab. Să ne ocupăm de asteroizi, dintre care primul a fost descoperit în 1801. Ei se rotesc în jurul Soarelui, dincolo de orbita lui Marte, şi cel mai mare dintre ei are un diametru de numai 1 000 km. Numărul celor cu un diametru de cel puţin 1—2 km este cuprins între 40 000 şi 100 000, şi nici unul nu are aer sau apă în stare lichidă [5], fiind prin urmare lipsiţi de viaţă. •

5 Ar putea exista mici cantităţi de apă în stare solidă (gheaţă) atît pe asteroizi cit ţi în alte lumi mici, menţinute de

Afirmaţia este valabilă şi în cazul celor doi minusculi sateliţi ai planetei Marte, descoperiţi în anul 1877. Ei sînt, după toate probabilităţile», asteroizi capturaţi care nu au nici aer, nici apă în stare lichidă,

În interiorul orbitelor asteroizilor se află ceea ce numim „sistemul solar interior'[1], în care există patru planete mai mari decît Lima. Pe lingă Pămînt, se găsesc aici Mercur, Venus şi Marte.

Dintre acestea, Mercur este cel mai mic, masa lui fiind totuşi de 4,4 ori mai mare decît Luna, iar diametrul de 4 860 km, de 1,4 ori mai mare decît al Lunii. Forţa gravitaţiei pe suprafaţa lui Mercur este de 2,3 ori mai mare decît pe Lună şi reprezintă 2/5 din cea a Pămîntului. Ar putea oare Mercur să reţină totuşi o atmosferă rarefiată ?

Nu prea. Mercur este planeta cea mai apropiată de Soare. În punctul de maximă apropiere faţă de Soare al traiectoriei sale, distanţa care îl separă de Soare reprezintă coar 3/10 din distanţa de la Pămînt la Soare. Aerul pe care i-ar avea, s-ar încălzi la temperaturi mult mai ridicate decît cele din atmosfera terestră. în consecinţă, moleculele de gaz de pe Mercur ar avea viteze mult mai maxi şi ar fi mult mai greu de reţinut. în cazul acesta, Mercur are toate şansele să fie la fel de lipsit de aer şi de apă — şi la fel de lipsit de viaţă — ca şi Luna.

în 1974 şi 1975 o sondă spaţială, Marinei' 10, s-a apropiat în trei rînduri de suprafaţa lui Mercur. A treia oară ea a trecut la numai 327 km de suprafaţă. Mercur a fost cartografia! în detaliu şi s-a văzut că suprafaţa sa este la fel de presărată cu cratere ca şi cea a Lunii, fiind confirmată atît lipsa de aer, cît şi cea de apă. Nu mai rămînea nici o îndoială, pe Mercur nu exista viaţă.

Venus ne dă mai multe speranţe. Diametrul acestei planete este de 12 100 km, în comparaţie cu diametrul de 12 740 km al Pămîntului. Masa planetei Venus reprezintă 0,815 din masa Pămîntului, iar atracţia gravitaţională la suprafaţa sa are valoarea de 0,90 în raport cu cea terestră.

Chiar ţinînd seama de faptul că Venus se află mai aproape de Soare decît Pămîntul şi, în consecinţă,

legături chimice a căror eficienţă nu depinde de forţele gravitaţionale. Gheata însă nu este adecvată vieţii, şi chiar pe Pămînt gheţurile veşnice din Groenlanda şi Antarctica nu găzduiesc, de regulă, nici o formă de viaţă.

temperatura sa este mult mai ridicată, avem motive să credem că Venus are o atmosferă. Cîmpul ei gravitaţional este destul de intens pentru aşa ceva.

într-adevăr, Venus *are* atmosferă, foarte densă şi mult mai noroasă decît a noastră. Planeta Venus este înconjurată veşnic şi complet de un văl de nori, fapt considerat cîndva drept dovadă a existenţei apei pe această planetă.

Din păcate însă, stratul de nori ne mai scade speranţele legate de Venus, întrucît ne împiedică să găsim dovezi în sprijinul posibilităţii existenţei vieţii. Chiar folosind cele mai perfecţionate telescoape, astronomii nu au fost în stare să-i zărească suprafaţa. Ei nu-i cunosc viteza de rotaţie în jurul propriei axe, nu cunosc înclinarea acestei axe, nu cunosc dimensiunile oceanelor (dacă acestea există), pe scurt, nu prea ştiu mare lucru despre Venus. Neştiind decît că are o atmosferă înnorată, nu putem ajunge la concluzii rezonabile în privinţa vieţii pe Venus.

Marte, pe de altă parte, ne dă în acelaşi timp şi mai multe, şi mai puţine speranţe..

Mai puţine speranţe, fiindcă este cu mult mai mic decît Pămîntul. Are un diametru de numai 6 790 km şi o masă care reprezintă doar 0,107 din masa Pămîntului. Cu o masă de numai 1/10 din cea terestră, nu e ceea ce am putea numi o lume mare. Şi totuşi, Marte este de 8,6 ori mai mare decît Luna, deci nu putem spune nici că e o lume mică. De fapt este de două ori mai mare decît Mercur.

Atracţia gravitaţională pe suprafaţa marţiană este de 2,27 de ori mai mare decît cea de pe Lună şi aproximativ egală cu cea de pe Mercur. Marte este însă de patru ori mai departe de Soare decît Mercur, ceea ce înseamnă că Marte este şi mult rpai rece. Cîmpul gravitaţional al planetei Marte are de-a face în aceste condiţii cu molecule mult mai lente.

Putem deduce că, deşi Mercur nu are atmosferă, Marte s-ar putea să aibă — şi chiar are. Atmosfera lui Marte e rarefiată, ce-i drept, dar există. Se presupune că Marte e mai uscat decît Pămîntul, fiindcă atmosfera sa nu e la fel de înnorată ca cea terestră (fără a mai pomeni atmosfera venusiană), dar se văd din cînd în cînd nori. Se văd şi furtuni de praf, aşa că pe Marte trebuie să existe vîri- turi puternice.

Marte ne dă speranţe datorită faptului că atmosfera sa este suficient de rarefiată şi senină pentru a ne

permite să-i vedem (destul de vag) suprafaţa. Timp de secole, astronomii au făcut tot posibilul pentru a realiza hărţi ale acestei lumi îndepărtate. (Cind Marte se apropie de Pămînt, distanţa este de 56 000 000 km, adică de 146 de ori mai mare decît cea de la Pămînt la Lună.) /

Cel dintîi astronom care a reuşit să vadă un detaliu al suprafeţei marţiene, pe care, de altfel, l-ar fi putut vedea şi alţii, a fost olandezul Christiaan Huygens (1629—1695). El a urmărit în anul 1659 detaliile vizibile ale suprafeţei în timpul rotaţiei planetei şi a stabilit durata perioadei de rotaţie a planetei Marte la o valoare doar cu puţin mai mare decît cea terestră. Acum ştim că Marte se învîrteşte în jurul axei sale în 24,66 ore în comparaţie cu cele 24 de ore ale Pămîntului. în 1781 astronomul William Herschel (1738—1822)[6] a observat că axa de rotaţie a planetei Marte este înclinată, ca şi cea a Pămîntului, faţă de verticală, valorile fiind asemănătoare în cazul ambelor planete. înclinarea axei marţiene este de 25,17 grade, iar a Pămîntului de 23,45 grade.

.Aceasta înseamnă că pe Marte există nu numai zile şi nopţi, precum pe Pămînt, ci chiar anotimpuri. Numai că Marte se află la o depărtare de Soare care întrece cu mult distanţa dintre Pămînt şi astrul zilei, ceea ce face ca anotimpurile sale să fie mult mai răcoroase decît ale noastre. în plus, Marte are nevoie de mai multă vreme pentru a efectua p revoluţie completă în jurul Soarelui, 687 de zile în comparaţie cu cele 365 şi 1/4 ale anului terestru, astfel că anotimpurile marţiene sînt aproape de două ori mai lungi decît cele de pe Pămînt.

în 1784 Herschel a observat că globul marţian, ca şi globul terestru, are polii îmbrăcaţi în calote de gheaţă. Această nouă asemănare a dus la presupunerea că aceste calote polare sînt compuse din apă îngheţată, servind astfel ca dovadă pentru existenţa apei pe Marte.

Marte şi Venus păreau deci, amîndouă, prielnice vieţii, în orice caz, mult mai prielnice decît asteroizii, Luna sau Mercur.

Venus

în anul 1796 astronomul francez Pierre Simon de

6 E vorba do tatăl astronomului John Herschel, care avea să fie, cu jumătate do secol mai lîrziu, sacrificat pentru „farsa lunară".

Laplace (1749—1827) era frămîntat de problema originii sistemului solar.

Privit de deasupra Polului său Nord, Soarele se roteşte în jurul axei sale în sens opus acelor de ceasornic. Din acelaşi punct de observaţie, toate planetele cunoscute de Laplace se mişcau în jurul Soarelui în direcţia opusă f.cnsului acelor de ceasornic, iai' toate planetele a căror rotaţie era cunoscută se învîrteau în jurul axelor lor tot în acelaşi sens. Mai rămîne de menţionat faptul că toţi sateliţii cunoscuţi de Laplace se roteau în jurul planetelor tot în sens opus acelor de ceasornic.

în cele din urmă, toate orbitele planetare erau aşezate aproape în acelaşi plan cu ecuatorul Soarelui şi toate orbitele sateliţilor se găseau în planul ecuatorului planetei lor.

Pentru a explica toate acestea, Laplace a lansat ideea că sistemul solar- era la origine un uriaş nor de praf şi gaze numit nebuloasă (de la cuvîntul latin care înseamnă *nor).* Nebuloasa avea o rotaţie lentă în sensul opus acelor de ceasornic. Propriul ei cîmp gravitaţional a contractat-o încetul cu încetul şi, pe măsură ce se contracta, trebuia să se rotească din ce în ce mai repede în conformitate cu ceea ce numim legea conservării momentului unghiular, în cele din urmă nebuloasa s-a condensat şi a format Soarele, caic se mai roteşte încă în sens opus acelor de ceasornic.

în timp ce norul se contracta pentru a forma Soarele şi se rotea din ce în ce mai repede, forţa centrifugă l-a făcut să se bombeze la ecuator'. (Aşa se întîmplă şi cu Pămîntul, care este umflat la ecuator, ceea ce face ca un punct aflat pe linia ecuatorului să fie cu 20 km mai departe de centrul Pămîntului decît Polul Nord sau Polul Sud.) —

Umflătura nebuloasei care se contracta a devenit din ce în ce mai pronunţată, odată cu intensificarea contracţiei şi mărirea vitezei, pînă cînd toată această umflătură s-a desprins de nebuloasă, rămînînd ca uri fel de covrig subţire în spaţiu. Pe măsură ce nebuloasa continua să se contracte, ea continua să piardă şi alţi covrigi de materie cosmică.

După părerea lui Laplace, fiecare covrig s-a condensat treptat devenind planetă, păstrîndu-şi sensul iniţial al rotaţiei (în sens contrar acelor de ceasornic) şi rotindu-se din ce în ce mai repede, pe măsură ce se

condensa. în timpul formării unei planete, era posibil ca ea să piardă la rîndul ei mici covrigi de materie care să devină sateliţi. Inelele lui Saturn sînt exemple de materie aruncată (după ipoteza nebuloasei, aparţinînd lui Laplace) care încă nu s-a condensat sub formă de sateliţi.

Ipoteza nebuloasei ne explică de ce toate revoluţiile şi rotaţiile din sistemul solar ar trebui să se desfăşoare în aceeaşi direcţie.[7] Fiindcă toate au participat la rotaţia nebuloasei originare. Tot această ipoteză ne explică şi de ce toate planetele se rotesc în planul ecuatorului solar; Fiindcă s-au format iniţial din regiunile ecuatoriale ale Soarelui, tot aşa cum sateliţii s-au format din regiunile ecuatoriale ale planetelor.

Ipoteza nebuloasei a fost mai mult sau mai puţin acceptată de astronomii secolului al XlX-lea, îmbogăţind cu noi detalii imaginile lui Marte şi Venus.

în conformitate cu această teorie, în timpul condensării nebuloasei, planetele s-ar fi format începînd cu cele de la extremitatea sistemului solar şi mergînd spre centrul acestuia. Cu alte cuvinte, după ce nebuloasa ajunsese prin condensare la un diametru de numai 500 000 000 km, s-a desprins inelul de materie care a format planeta Marte, Apoi, după multă vreme, în care contracţia a continuat, s-a desprins materia care a dat naştere Pămîntului şi Lunii, iar după altă perioadă necunoscută de timp materia care a dat naştere lui Venus.

Deci, conform ipotezei nebuloasei, s-ar părea că Marte este cu mult mai vechi decît Pămîntul, şi că Pămîntul este cu mult mai vechi decît Venus.

S-a răspîndit opinia că Marte este mult mai evoluat decît Pămîntul; nu e vorba numai de caracteristicile planetare, ci şi de formele de viaţă de pe planetă. Cohform aceleiaşi opinii, Venus era mai puţin evoluată, astfel că, un chimist suedez, Svante August Arrhenius (1859—1927), a descris în termeni elocvenţi planeta Venus drept o junglă mustind de apă, asta în 1918.

Asemenea idei s-au reflectat în povestirile ştiinţifico-fantastice care descriau deseori o planetă Marte populată de o rasă inteligentă, a cărei istorie îndelungată o punea în inferioritate pe cea a pămîntenilor. Marţienii erau reprezentaţi ca fiind cu mult superiori nouă din punct de vedere tehnologic, dar

7 Astăzi cunoaştem cîteva excepţii.

şi decadenţi şi sătui de viaţă — deoarece specia lor era îmbătrînită.

Pe de altă parte, s-au scris multe poveşti şi despre Venus, reprezentată ca o junglă sau chiar înzestrată cu un ocean planetar — în ambele cazuri mişunînd de forme de viaţă primitivă. Chiar eu am publicat în 1954 un roman, *Lucky Starr şi oceanele de pe Venus,* în care descriam existenţa unui ocean planetar. Cu doar doi ani mai tîrziu, ideile noastre despre Venus aveau să sufere o transformare dramatică.

După cel de-al doilea război mondial astronomii şi-au îmbogăţit arsenalul de instrumente folosite în explorarea lumilor din sistemul solar. Ei puteau să trimită microunde spre suprafeţele planetelor îndepărtate, să recepţioneze ecourile acestora şi să deducă din proprietăţile undelor reflectate date legate de natura unei suprafeţe planetare a cărei imagine optică nu putea fi obţinută. Ei puteau să recepţioneze undele radio emise chiar- de planete. Ei puteau să lanseze cu rachetele sonde automate care să treacă pe lîngă o planetă sau chiar să debarce pe suprafaţa ei, transmiţînd date utile (aşa cum a fost cazul cartografierii suprafeţei planetei Mercur cu ajutorul navei spaţiale Mariner 10).

În 1956, astronomul american Robert S. Richardson a analizat ecourile de radar venite de sub stratul de nori care acoperă suprafaţa planetei Venus şi a observat că planeta se roteşte, foarte lent, dar nu în direcţia aşteptată, ci în sensul rotaţiei acelor de ceasornic.

Tot în acelaşi an o echipă de astronomi condusă de Corneli II. Mayer a recepţionat unde radio provenite de pe Venus, constatînd cu uimire că intensitatea acestor unde este echivalentă cu cea corespunzătoare unui corp cu mult mai fierbinte decît se credea că ar fi Venus. În acest caz, nu putea să existe un ocean planetar pe Venus, nu putea să existe în nici un caz apă în stare lichidă (şi astfel şi-a încheiat cariera bietul meu roman la vîrsta de doar doi anişori).

În ziua de 14 decembrie 1962 nava spaţială americană Mariner 2 a trecut foarte aproape de Venus, i-a urmărit emisia de unde radio şi a confirmat observaţia anterioară. În ziua de 12 iunie 1967 nava cosmică sovietică Venus 4 a pătruns în atmosfera venusiană şi a transmis timp de o oră şi jumătate date care le confirmau şi ele pe cele dinainte. Navele Venus 5

şi 6, care au debarcat lent pe suprafaţa planetei Venus în zilele de 16 şi 17 mai 1969, au înlăturat şi ultimele îndoieli.

Atmosfera planetei Venus este extraordinar de densă,- cam de 95 de ori mai densă decît atmosfera Pămîntului, Nu numai atît, dar atmosfera venusiană conţine 95%l bioxid de carbon, ale cărui molecule au masa 44. (Bioxidul) de carbon a fost detectat în atmosfera planetei Venus' prin metode mai puţin pretenţioase încă din anul 1932.)

E perfect normal să găsim bioxid de carbon în atmosfera unei planete. Propria noastră atmosferă conţine o cantitate infimă de bioxid de carbon (0,03 °/o). cantitate esenţială pentru existenţa plantelor.

Procesul de fotosinteză din plantele verzi foloseşte energia solară pentru a combina molecule de bioxid do carbon cu molecule de apă, producînd astfel componentele ţesuturilor plantei — zahăr, amidon, celuloză, grăsimi, proteine şi multe altele. în cadrul acestui proces se formează oxigenul care va fi degajat în atmosferă.

în general, se crede că într-un trecut foarte îndepărtat atmosfera Pămîntului era mult mai bogată în bioxid de carbon decît acum, iar oxigenul liber era absent. (Vom reveni asupra acestei probleme ceva mai tîrziu.) Atmosfera primitivă a Pămîntului semăna deci cu atmosfera venusiană actuală, fiind însă mult mai puţin densă ; foto- sinteza este cea care a îndepărtat treptat bioxidul de carbon şi l-a înlocuit cu oxigen.

Putem deduce din bogăţia în bioxid de carbon şi sărăcia în oxigen a atmosferei planetei Venus (oxigenul'nu a fost încă detectat) că fotosinteză, în forma ei terestră, nu există pe Venus.sau, în cel mai bun caz, există de foarte puţină vreme.

Ar însemna deci că nu există plante verzi pe planetă şi, deci, nici animale (care, la urma urmei, se hrănesc cu plante) şi, deci, nici inteligenţă.

S-ar putea aduce argumentul că fotosinteză nu este esenţială pentru viaţă, ceea ce e perfect adevărat. Există pe Pămînt forme de viaţă care nici nu folosesc fotosin- teza, nici nu depind de alte forme de viaţă care folosesc fotosinteză. Numai că toate aceste forme de viaţă se află la nivelul bacteriilor şi nu ştim nimic despre vreo formă de viaţă mai evoluată decît bacteriile care să fi existat vreodată pe Pămînt fără să fi avut nevoie, direct sau indirect, de fotosinteză.

S-ar mai putea susţine că nu trebuie să privim Pămîntul ca pe un etalon al acestei probleme. Să pre-K ipunem că o formă de viaţă foloseşte energia solară şi oxidul de carbon, numai că, în loc să degaje oxigenul În atmosferă, reuşeşte cumva să-l înmagazineze. Cu timpul. M ar putea să folosească oxigenul pentru a-l combina iu atomi de carbon şi să redea atmosferei bioxidul de mrbon. Am putea avea astfel fotosinteză fără a renunţa la «linosfşra de bioxid de carbon.

Nu e imposibil, dar...

Bioxidul de carbon are proprietatea de a absorbi radia- |lo infraroşie. El permite luminii vizibile a Soarelui, încărcată cu energie, să-l străbată şi să ajungă la suprafaţa planetei, dar absoarbe radiaţia infraroşie mai puţin încărcată cu energie (şi invizibilă) pe care planeta o emite noaptea în spaţiu. Fenomenul se numeşte efect de seră fiindcă acoperişul de sticlă al serei face acelaşi lucru.

Reţinînd radiaţia infraroşie a planetei, bioxidul de carbon din atmosferă ridică temperatura planetei, la fel cum ilicla reţine radiaţia infraroşie şi face să crească tempe- mtura din interiorul serei. Datorită conţinutului foarte iidicat în bioxid de carbon al atmosferei venusiene, temperatura de pe suprafaţa planetei este cu mult mai mare decît ne-am fi aşteptat, la o asemenea distanţă de Soare, mai cu seamă că, în mod normal, am fi crezut că norii o mai protejează de o bună parte din căldura Soarelui. Venus ■"•de victima unei forme galopante a efectului de seră.

Rezultatul este că temperatura suprafeţei venusiene este de aproximativ 480 de grade Celsius, cu mult mai ridicată decît temperatura suprafeţei lui Mercur. Mercur e mai aproape de Soare, dar nu are o atmosferă care să reţină căldura.

Temperatura de pe suprafaţa lui Venus depăşeşte cu mult punctul de fierbere al apei, fiind chiar destul de ridicată pentru a topi cu uşurinţă plumbul. Nicăieri pe planetă nu poate exista apă în stare lichidă. Apa care există ar putea fi prezentă doar sub formă de vapori în norii din atmosferă şi avem date care ne fac să credem că picăturile de lichid din nori sînt, în cea mai mare parte, picături de acid sulfuric, o substanţă extrem de corosivă.

E nevoie de o imaginaţie foarte bogată pentru a con-

cepe viaţa pe o astfel de planetă, aşa că Venus trebuie să Hc ştearsă de pe lista unor posibile reşedinţe ale inteligenţelor extraterestre.

Canalele marţiene

Planeta Marte părea de la bun început să ofere şansi adecvate existenţei vieţii. Rotaţia sa, înclinarea axei, calo tele polare, toate ne dădeau speranţe. Presupusa ei bă trîneţe oferea, aparent, şanse deosebit de favorabile pen> tru existenţa unor forme foarte avansate de viaţă.

Astronomii au început să se ocupe în mod serios d4| cartografierea lui Marte prin 1830. Prima hartă a fost realizată de astronomul german Wilhelm Beer (1797— 1850), Au urmat şi altele, dar fără mare succes. Era greu să vezi detalii prin două atmosfere, a Pămîntului şi a lui MarteJ de Ia o distanţă de sute de milioane de kilometri. Fiecar^ astronom care încerca să realizeze o hartă a planetei Marte ajungea la un rezultat cu totul diferit de cel al predecesorilor săi. |

Cu toţii erau însă de acord că există zone luminoase şi zone întunecate şi s-a răspîndit ideea că zonele luminoase reprezintă suprafaţa uscatului, iar zonele întunecate suprafeţe de apă.

în anul 1877 condiţiile de observaţie erau excelente, fiindcă atît Marte cît şi Pămîntul se aflau în ejtact acele zone ale orbitelor lor în care apropierea dintre ele este maximă. În afară de aceasta, astronomii aveau la dispoziţie telescoape mult mai bune decît altădată.

■ Un observator care avea un telescop excelent era astronomul italian Giovanni Virginio Schiaparelli (1835 — 1910). în timpul observaţiilor din anul 1877, el a desenat o hartă a planetei Marte, care, ca de obicei, nu semăna ci tuşi de puţin cu vreuna din hărţile precedente. Cu toate acestea, harta sa a liniştit lucrurile. în fine, el văzuse ce era de văzut, sau cel puţin aşa părea, fiindcă astronomii secolului următor au văzut ca şi el, o structură compusă din zone întunecate şi luminoase.

Pe vremea aceea însă, Maxwell şi Boltzmann formulaseră teoria cinetică a gazelor şi era puţin probabil, ţinînd seama de masa şi de cîmpul gravitaţional :al planetei Marte, să existe pe această planetă mari întinderi de apă. Chiar la temperaturile scăzute de pe Marte vaporii de apă s-ar fi pierdut cu uşurinţă într-o atmosferă mai rarefiată decît cea terestră. A apărut deci bănuiala că Marte trebuie să fie destul de sărac în apă.

Sigur, avea calote polare şi poate chiar zone mlăştinoase, dar mările şi oceanele deschise nu păreau plauzibile,

Ce erau însă zonele întunecate ?
(puteau fi zone de vegetaţie care cresc în regiunile ■ştinoase, în timp ce regiunile luminoase ar fi deşerturi fipoase. Era interesant de observat că în timpul verii ntr-o emisferă, atunci cînd calota polară de gheaţă se Icşora, topindu-se probabil, zonele întunecate se măreau Işi cum gheaţa topită ar fi irigat solul permiţînd întin- tea vegetaţiei.
I Multă lume a început să creadă că Marte adăposteşte, ră îndoială, forme de yiaţă.
I Pe lîngă toate acestea, în timp ce observa planeta arte în 1877, Schiaparelli a remarcat prezenţa unor linii Lunecate mai subţiri, care legau între ele unele

zone lunecate de mai mari dimensiuni. Acestea fuseseră obser- ite încă din 1869 de către alt astronom italian, Pietro agelo Secchi (1818—1878). Secchi le-a numit canale, npe natural pentru un curs de apă lung şi subţire care jeşte două ape mai mari. Schiaparelli a folosit acelaşi Ivînt. Bineînţeles că atît Secchi cît şi Schiaparelli au losit cuvîntul italian pentru canale, şi anume *canali.*

' Aceste canali erau mai lungi şi mai subţiri decît cele i care le văzuse Secchi, şi erau şi mai numeroase. Schia- irelli a văzut vreo patruzeci, şi le-a trecut pe harta sa, ndu-le nume de rîuri din istoria antică şi din mitologie.

Harta lui Schiaparelli, ca şi ceea ce el numea *canali* au st întîmpinate cu mult interes şi mare entuziasm. În afară i Schiaparelli, nu mai observase nimeni *canali* în timpul •servaţiilor din 1877, dar după aceea astronomii au ceput să le caute în mod special şi unii le-au şi găsit.

Mai mult decît atît, cuvîntul *canali* a fost tradus în ingleză pian termenul *canals.* Foarte importantă această traducere. în engleză există două cuvinte diferite : *channel,* ■'care înseamnă canal natural, curs de apă care uneşte două ape mai mari, şi *canal,* care înseamnă curs de apă artificial (construit pe Pămînt, de mîna omului). De îndată ce englezii şi americanii au început să se refere la *canali* drept *canals,* ei le-au atribuit, fără să stea prea mult pe (înduri, calitatea de a fi fost construite dg fiinţe inte- igente.

Dintr-o dătă, Marte a stîrnit un interes fără precedent. Pentru prima dată (cel puţin aşa se părea) era găsită o dovadă ştiinţifică care venea ferm în favoarea existenţei Inteligenţei extraterestre.

Se contura imaginea unei planete mai vechi de Pămîntul care îşi pierde treptat apa din cauza intensită modeste a câmpului său gravitaţional. Marţienii, iute genţi, cu o istorie mult mai veche decît a noastră, poţ sori ai unei tehnologii mult mai avansate, erau ameni ţaţi de moarte prin deshidratare.

Ei luptau eroic pentru a-şi ţine în viaţă planeta. Săp imense canale pentru a transporta apa, atît de necesa vieţii, din ultimul rezervor planetar, calotele polare. E o imagine plină de dramatism a unor fiinţe, poate repr, zentanţi ai unei specii pe cale de a se stinge, care refuzj să moară şi care ţineau lumea din jur în viaţă muncii

hotărîţi şi plini de abnegaţie. Timp de aproape un sece aceasta a fost părerea multor oameni şi chiar a cîtori astronomi.

Erau astronomi care completau observaţiile lui Schi parelli. William Henry Pickering (1858—1938), astronq american, a comunicat observarea unor pete rotunde îi lunecate la intersecţia canalelor* — acestea au fost boteza; oaze. Flammarion, care, după cum am mai spus, crcd^ cu tărie în viaţa extraterestră, era extrem de entuziasma de aceste canale. El a publicat în 1892 un tom voluminc intitulat *Planeta Marte,* în care aducea argumente în fi voarca unei civilizaţii constructoare de 'canale.

Cel mai influent astronom care a susţinut ideea un civilizaţii marţiene a fost însă americanul Percival Lowe (1855—1916). El provenea dintr-o familie aristocratică di Boston şi şi-a folosit averea pentru a construi un observai* astronomic particular în Arizona, unde aerul uscat J platoului arid, ca şi depărtarea de luminile oraşelor asi gurau condiţii excelente de vizibilitate. Observatori Lowell a fost inaugurat în 1894.

Timp de 15 ani, Lowell a studiat cu pasiune planet Marte, fotografiind-o de mii de ori. A văzut chiar mai mult canale decît văzuse vreodată Schiaparelli şi a desena hărţi amănunţite care au inclus în cele din urmă peşti 500 de canale. A marcat oazele de la intersecţia canalelor a urmărit traseele unora dintre canale care păreau să S(dubleze din cînd în cînd şi a studiat schimbările sezoniere de luminozitate care păreau să coincidă cu ritmul lucră-] rilor agricole. Era ferm convins că pe Marte există o civili* zaţie avansată.

Pe Lowell nu-l deranja de loc faptul că alţi astronom' nu reuşeau şi ei să vadă toate canalele. El le-a atras aten- ita că în Arizana condiţiile de observaţie sînt net supe- floare, că telescopul sau este excelent, ca de altminteri şi fierea sa.

Prima lui caile pe aceasta temă, Marte, a apărut în 11104. Era bine scrisă, accesibilă unui public larg şi sprijinea ideea unei planete Marte străvechi, uscîndu-se Vflzînd cu ochii, ideea unei rase de ingineri competenţi •n e luptau pentru supravieţuirea planetei construind ijriaşe sisteme de irigaţie, ideea canalelor vizibile de pe l'Arnînl datorită fîşiilor de vegetaţie de pe ambele maluri.

Lowell şi-a aprofundat ideile în cărţile publicate ulterior : *Marte şi canalele sale,* în 1906, şi *Marte, lăcaşul*

«lefii, în 1908. Pentru publicul larg toate acestea erau fascinante, gîndul că o planetă apropiată e populată de (linte mai inteligente decît oamenii era tulburător.

Rolul de popularizator al formelor avansate de viaţă cl<‘ pe Marte. jucat de Lowell, a fost însă umbrit de IH i ii torul englez H. G. Wells.

Wells a publicat în 1897 romanul *Războiul lumilor,* iii. ii întîi ca foileton într-o retnstă, mai apoi în volum. El ii>mbina imaginea lui Marte aşa cum o văzuse Lowell ■ u situaţia ultimilor 20 de ani de pe Pămînt.

În acele decenii marile puteri europene, în primul nud Marea Britanie şi Franţa, dai- şi Spania, Portugalia, Germania, Italia şi Belgia, îşi împărţeau Africa. Fiecare n iţiune stabilea colonii fără să ţină seama de dorinţele celor ce trăiau acolo. Întrucît africanii aveau pielea neagră culturi diferite de cele europene, europenii i-au considerat inferiori, primitivi şi barbari, lipsiţi de drepturi asupra propriilor’ lor teritorii.

Wells s-a gîndit că dacă marţienii sînt la fel de avansaţi din punct de vedere ştiinţific faţă de europeni precum europenii faţă de africani, atunci marţienii i-ar putea trata l>c europeni la fel cum îi tratau europenii pe africani. *h'ăzboiul lumilor* era prima poveste a unui război interplanetar care afecta Pămîntul.

Pînă atunci, poveştile referitoare la vizitatori extra-tereştri îi prezentau pe aceştia ca fiind observatori paşnici. În 'romanul lui Wells însă străinii veneau înarmaţi. Pierind de pe o planetă Marte pe care abia îşi mai duceau zilele, ei ajungeau pe un Pămînt luxuriant, bogat în ape, i erau gata să ocupe această planetă pe care să o trans- luime într-un nou cămin. Pămînţenii nu erau pentru ei <.iecît simple animale, creaturi pe care le puteau distruge şi
devora. Oamenii nu-i puteau învinge pe marţieni şi măcar nu li se puteau împotrivi în mod serios, la fel c® africanii nu puteau lupta împotriva forţelor armate evfl pene. Deşi în cele din urmă marţienn erau învinşi, victc® nu a fost a oamenilor, ci a bacteriilor terestre cărora ori nismele marţiene nu le-au putut rezista. ®

Romanul a avut mare succes şi a stîrnit un val® unităţii, astfel că în următorii 50 de ani oamenii au tij cu ideea că orice invazie extraterestră ar duce la ex^® minarea omenirii. ®

La mai bine de 40 de ani de la apariţia cărţii Râzbo® *lumilor,* în ziua de 30 octombrie 1938. un tînăr de nur® 23 de ani, Orson Welles (n. 1915), a realizat o drarnatiz»

radiofonică a romanului. El s-a hotărît să actualiz® povestea şi i-a făcut pe marţieni să debarce nu în Angl® ci în Nev? Jersey. El a descris evenimentele în modul mai realist cu putinţă, folosind buletine de ştiri care sunfl foarte autentic, declaraţii ale unor martori oculari, şi a® mai departe. ®

Oricine ar fi deschis aparatul de radio de la început® dramatizării ar fi fost informat că era vorba de o fictivi® numai că unii ascultători nu erau prea atenţi, iar alţii B început să urmărească emisiunea mai tîrziu ■ — toa® lumea era paralizată -de emoţie ascultînd reportajul un® evenimente în aparenţă reale, mai cu seamă în ca» ascultătorilor aflaţi în apropiere de locul pretinsei deba® căii. ■

Surprinzător de multă lume n-a stat să se între® dacă e posibilă o invazie a marţieniior sau măcar da® există marţieni. Ei au luat de bună ideea existenţei marţi® nilor, tentativa acestora de a cuceri Pămîntul, apareJ încununată de succes. Sute de oameni s-au suit în aut® mobile fugind îngroziţi încotro vedeau cu ochii. Ca şi „farsl lunară" petrecută în urmă cu un secol, această întîmplari este un exemplu remarcabil al disponibilităţilor umane dl acceptare a noţiunii de inteligenţă extraterestră.

Deşi Lowell şi teoriile sale privind canalele marţieni se bucurau de succes în rândurile publicului larg, astrono mii profesionişti aveau mari îndoieli. Şi era vorba de j majoritate semnificativă.

Unii susţineau insistent că, deşi studiaseră atent plaJ neta Marte, nu văzuseră niciodată nici un fel -de canale. Şi nu se lăsau amăgiţi de afirmaţiile superioare ale lui Lowell privind calitatea ochilor şi a telescoapelor sale. âtiionomul american Asaph Hali (1829—1907), ai cărui ^hi fuseseră destul de buni în 1877 pentru a putea deseo- *i minusculii sateliţi marţieni, nu a văzut niciodată nici numai.

Un alt astronom american, Edward Emerson Barnard [■1)7—1923), s-a dovedit a fi un observator deosebit de •impetent. De altfel, se şi spune despre el că ar fi fost •bonomul cu cei mai pătrunzători ochi cu putinţă. El a Acoperit în 1892 un al cincilea satelit a lui Jupiter, un •lelit atît de înic şi atît de apropiat de strălucirea planetei IMUŞÎ, îneît era nevoie de o acuitate vizuală aproape lOpraomenea&că pentru a-l putea vedea ; totuşi Barnard că, în pofida observării atente a planetei Marte, iu a reuşit să vadă nici un canal. A susţinut cu tărie â ar putea fi vorba de o iluzie optică, că mici pete nere- Îuli'e mai închise la culoare se transformă în linii atunci ind ochii fac efortul de a percepe obiecte situate la mda posibilităţilor lor.

Ideea a fost preluată şi de alţii. Astronomul englez ♦ luard Walter Maunder (1851—1928) a reuşit chiar s-o • iiice în 1913. El a desenat cercuri în interiorul cărora . plasat pete neregulate, aşezîndu-şi mai apoi elevii la j|i Umţe de la care abia se puteau distinge aceste pete, (jind le-a cerut să deseneze ce vedeau, aceştia au tras | Jfia drepte precum canalele marţiene ale lui Schiaparelli.

în tot acest timp însă astronomii au continuat să stu- |uze posibilitatea existenţei unei populaţii marţiene. Îi olul al XX-lea a adus cu el instrumente care pot detecta || măsura cantităţi infime de căldură. Dacă aceşti sensori frrrmd erau plasaţi în focarul unui telescop îndreptat spre ■Lirte putea fi dedusă temperatura planetei.

I Experienţa a fost efectuată pentru prima oară în 1926 ţk doi astronomi americani : William Weber Coblentz (lo73—1962) şi Cari Otto Lampland (1873—1951). Măsu- lidorile păreau să arate că în regiunea ecuatorului mar- temperatura se poate ridica pînă deasupra punctului Jk topire a gheţii. Rareori părea posibilă o temperatură ■II -a dreptul ecuatorială, pentru Marte, desigur, 25 de ■iade Celsius. _z

Temperatura scădea vertiginos în timpul nopţii. Nu ixi da nici o posibilitate de a măsura temperatura din hnpul nopţii întrucît emisfera marţiană pe care e noapte ihte întotdeauna invizibilă de pe Pămînt. Putea fi totuşi măsurată temperatura din zorii zilei la marginea vest a globului marţian, acolo unde suprafaţa planetei i< din noapte şi intră în zi. După 12 ore şi un sfert de înt neric, temperatura cobora pînă la —100 de grade Celsil

Pe scurt, se părea că temperaturile de pe Marte si mult prea scăzute pentru a permite existenţa apei lichi< cu excepţia unor zone foarte restrînse din apropiei ecuatorului şi a unor perioade din jurul amiezii. în res: planetei era mai frig decît în Antarctica.

Chiar mai rău : marile diferenţe de temperatură din' zori şi amiază sugerau că atmosfera marţiană era mi mai rarefiată decît se crezuse pînă atunci. O atmosfei acţionează în general ca o plapumă, aborbihd şi transf rînd căldura ; cu cît o atmosferă este mai rarefiată, cu at urcă şi coboară mai repede valorile termice.

$i mai rău : o atmosferă rarefiată nu absoarbe bine radiaţia solară. Pe Pămînt, atmosfera relativ deni joacă rolul unei pături protectoare care absoarbe radiafl intensă cu care Soarele şi restul cosmosului ne bombay deză planeta.

Radiaţiile încărcate cu energie ar fi fatale pentru viaţ dacă ar ajunge intacte pe suprafaţa Pămîntului. Marţea mai departe de Soare decât Pămîntul şi primeşte o doză ml mică de ultraviolete, de exemplu, numai că această doi mai mică ajunge pe suprafaţa marţiană în cantităţi q mult mai mari decît cele care ating suprafaţa tereştri

După 1940 a devenit posibil studiul radiaţiei infraroş marţiene, destinat analizei conţinutului atmosferei lt Marte, experiment realizat în 1947 de americanul Gerar Peter Kuiper (1905—1973). El a stabilit că ce mai rămăsei din atmosfera marţiană consta aproape în întregime di bioxid de carbon şi că vaporii de apă sînt prezenţi în cari titäţi minime, oxigenul lipsind, pare-se, cu desăvîrşin finind seama de frigul de pe Marte, -unii astronomi a început să se întrebe dacă există apă pe această planeti Oare calotele polare sînt alcătuite din apă îngheţată sau di bioxid de carbon îngheţat ? ’

Luînd în consideraţie toate aceste date — atmosfeţ rarefiată de bioxid de carbon, radiaţia ultravioletă cai bombardează suprafaţa lui Marte, temperaturile foarţ scăzute — părea foarte puţin probabil ca pe Marte să :

evoluat forme complexe de viaţă de la care să ne aşteptăi Ja inteligenţă.

S-a întărit convingerea că faimoasele canale, dacă teistă, sînt fenomene naturale, şi nu produsul unei rase d ■ mgineri competenţi.

Dar dacă nu există viată inteligentă, poate că există turme primitive de viaţă. Pe Pămînt există bacterii care w hrănesc cu substanţe otrăvitoare pentru toate celelalte fiinţe vii. Există licheni care cresc pe piatră seacă, pe Virfuri de munte unde aerul e atît de rarefiat şi unde e atît <l< ■ frig, îneît îţi vine să crezi că eşti pe Marte.

Începînd din 1957 s-au făcut experienţe destinate veri' ficării posibilităţilor de supravieţuire a unor forme de viată simple, adaptate Ia condiţii dificile pe Pămînt, într-un iijcdiu care, pe cît posibil, să reproducă, în limita cunoştinţelor şi posibilităţilor noastre, mediul marţian. în repetate rînduri, unele dintre ele au supravieţuit.

Poate că în acest caz nu trebuie să ne pierdem speranţele legate de existenţa unor eventuale forme de viaţă complexe. La urma uimei, viaţa pe Pămînt a evoluat în i (incordanţă cu mediul terestru. Nouă ni se par agreabile condiţiile de pe Pămînt şi sîntem dispuşi să considerăm dezagreabile orice condiţii considerabil diferite de cele terestre. Pe Marte însă formele de viaţă ar fi evoluat în raport cu condiţiile locale, iar pentru ele tocmai acele rondiţii ar fi părut agreabile.

Problema a rămas nerezolvată pînă la începutul anilor '60.

Sonde spre Marte

După 1960 a început scria lansărilor de sonde cosmice destinate să treacă prin apropierea planetei pentru a retransmite informaţii pe Pămînt (precum cele la oai e m-am referit în legătură cu planetele Mercur şi Venus).

Prima sondă marţiană a cărei misiune avea să fie încununată de succes, Mariner 4, a fost lansată în ziua de 28 noiembrie 1964[8]. Trecînd pe lingă Marte, Marinar 4 fi realizat o serie de 20 de fotografii, transformate apoi în semnale radio emise spre Pămînt, unde au fosf din no[1] transformate în fotografii.

Ce se vedea în ele ? Canale ? Vreun semn de civilizaţii avansată sau măcar de viaţă ?

Ce se vedea în fotografii era ceva cu totul şi cu totu neaşteptat, fiindcă, pe măsură ce erau recepţionate, astro nomii distingeau doar cratere — cratere foarte asemănă' toare cu cele de pe Lună.

Craterele, cel puţin aşa cum apăreau în fotografii! transmise de Mariner 4, erau atît de multe şi atît de bin conturate, îneît se putea trage cu uşurinţă concluzia *a* eroziunea este minimă. Aceasta însemna nu numai c atmosfera este rarefiată, dar şi că nu poate exista prei multă viaţă. Craterele din fotografiile transmise d< Mariner 4 păreau să fie emblema unei lumi moarte.

Mariner 4 avea să treacă prin spatele lui Marte (aşa cum este văzut acesta de pe Pămînt) după întîlnirea cd planeta, în aşa fel îneît semnalele sale radio să fie obligate să treacă prin atmosfera marţiană în drumul lor spre Pămînt. Din modificările semnalelor, astronomii puteau deduce densitatea atmosferei planetei Marte.

Atmosfera marţiană s-a dovedit a fi chiar mai rarefiată decît în cele mai pesimiste preziceri. Densitatea ei era mai mică decît 1/100 din densitatea atmosferei terestre. Presiunea atmosferică de pe suprafaţa lui Marte este egală cu cea măsurată în atmosfera Pămîntului la o înălţime de 32 km. O nouă lovitură dată posibilităţii existenţei' unor forme evoluate de viaţă pe Marte !

în 1969 alte două sonde, Marinei' 6 şi 7, au trecut pe lîngă Marte. Fiind înzestrate cu mult mai multe instrumente şi 'Cu o aparatură foto net superioară, ele au realizat mai multe fotografii. Noile fotografii, superioare calitativ, au demonstrat că povestea cu craterele era perfect reală. Suprafaţa marţiană e presărată, la propriu, cu cratere — în unele locuri densitatea lor fiind identică cu cea de pe suprafaţa lunară.

---

8 Era cuceririi spaţiului începe în ziua de 1.X.1957, odaia eu lansarea în U.H.S.S. a primului satelit artificial al Pămîntului, Sputnik 1, iar primul zbor pilotat în Cosmos are loe în ziua de J2.IV.1961, pilotul fiind cosmonautul sovietic Iuri Gagarin. — *Nota, trad.*

Totuşi noile sonde ne-au arătat că Mărie nu seamănă întru totul cu Luna. în fotografii erau vizibile regiuni în care suprafaţa marţiană părea netedă, fără relief, şi altele îh care era accidentată într-un fel cu totul deosebit faţă de Lună său Pămînt. Pe moment, nici urmă de canale.

în ziua de 30 mai 1971, a pornit spre Marte Mariner 9. De data aceasta, nava spaţială urma nu să treacă pe lîngă Marte, ci să se înscrie pe o orbită în jurul planetei. Asta t-fi întâmplat în ziua de 13 noiembrie 1971. în ziua aceea Marte era bîntuit de o furtună de praf la scară planetară. Nu se vedea nimic. Mariner 9 aştepta. în fine, în decembrie 1971 furtuna de praf s-a potolit, iar Mariner 9 a pornit la lucru, începînd să fotografieze planeta Marte. întreaga planetă a fost cartograf iată în detaliu.

Primul lucru lămurit, odată pentru totdeauna, a fost ni nu există canale pe Marte. Lowell greşise. Fusese victima unei iluzii optice.

Nici măcar zonele întunecate nu reprezentau apă sau Vegetaţie. Marte părea să fie aproape în întregime un deşert. Doar ici-colo se vedeau dungi întunecate pornind de la cîte un crater mic sau de la cîte o ridicătură de b ren. Ele păreau să fie compuse din particule de praf «duse de vînt, avînd tendinţa de a se aduna pe partea dealului opusă direcţiei vîntului, acolo unde relieful bloca mişcarea atmosferică.

Erau vizibile şi unele dungi deschise la culoare, diferenţa fiind dată probabil de mărimea particulelor de praf. Posibilitatea ca zonele mai luminoase şi cele mai întunecate să se deosebească datorată modului de propagare n prafului şi probabilitatea ca zonele întunecate să se .mărească primăvara din cauza variaţiunii sezoniere a vîntului fuseseră sugerate cu cîţiva ani mai înainte de către astronomul american Cari Sagan (n. 1935). Mariner 9 i-a dat' perfectă dreptate.

Doar una dintre emisferele lui Marte era presărată cu cratere şi asemănătoare cu Luna ; cealaltă avea imenşi vulcani şi uriaşe canioane şi părea activă din punct de vedere geologic.

Un aspect al suprafeţei marţiene a stârnit un deosebit interes. E vorba de linii cu un traseu sinuos, precum meandrele rîurilor, şi cu ramificaţii care semănau foarte bine eu niste afluenţi. încă ceva, ambele calote polare păreau să aibă o structură stratificată. La margine, acolo unde se topesc, semănau cu un pachet

de cărţi de joc.

Devenea posibilă interpretarea istoriei marţiene în raport cu ciclurile meteorologice. Poate că ne aflăm acum în mijlocul unui ciclu de îngheţ, toată apa fiind îngheţată în calotele polare şi în sol. În trecut, şi poate că şi în viitor, au fost sau vor fi cicluri temperate, în timpul cărora calotele polare se topesc, atmosfera devine mai densă, iar albiile fluviilor se umplu.

în acest caz, chiar dacă acum nu vedem viată p< Marte, poate că ea a existat şi poate că va exista din nou în viitor. în prezent formele de viaţă ar putea hiberiu sub formă de spori în solul îngheţat.

Alte două sonde, Viking 1 şi Viking 2, lansate în zilel< de 20 august şi, respectiv, 9 septembrie 1975, şi-au începu drumul'spre Marte. Ele erau destinate debarcării pe pla netă şi efectuării de multiple observaţii. Sarcina lor primordială era să cfiute semne de viaţă pe planeta Marte.

Ambele au coborît cu succes în vara anului 1976 îi zone aflate la mare distanţă una de cealaltă. Ele au analizat solul marţian şi au constatat că acesta nu se deosebeşte prea mult de solul terestru, numai că e .mult malţ bogat în fier şi mult mai sărac în aluminiu. ,

Au fost efectuate trei experienţe destinate depistării^ vieţii. Toate cele trei experienţe au dat rezultate care păreau să confirme existenţa unor celule vii ᶻîn solul marţian.

Numai că un al patrulea experiment a aruncat umbra îndoielii asupra primelor trei. Pentru a înţelege despre ce este vorba va fi nevoie să ne referim la compoziţia mole-, culelor caracteristice materiei vii, aşa cum o cunoaştem.

în organismele vii din mediul acvatic se petrec interacţiuni rapide, neîntrerupte care antrenează molecule complexe compuse din zeci, sute, mii sau milioane de atomi. în, natură, aceste molecule există doar în organismele vii şi în rămăşiţele lor moarte.[1] Din acest motiv, asemenea molecule complexe poartă numele de compuşi organici.

Compuşii organici au o trăsătură comună — prezenţa carbonului. Atomii de carbon alcătuiesc cu o uşurîhţă uimitoare lanţuri complexe, atît liniare cît şi ramificate, structuri ciclice sau grupuri de structuri ciclice de care se pot lega lanţuri de atomi, liniare sau ramificate, De lanţurile şi ciclurile atomilor de carbon se leagă alţi atomi sau alte combinaţii de atomi ai unor elemente

diferite, mai cu seamă hidrogen, oxigen şi azot, şi uneori atomi de sulf, fosfor şi aşa mai departe. Uneori, unul dintre aceşti alţi

* Ele pot fi sintetizate în laborator. Mii şi mii de asemenea compuşi, diferiţi de cei prezenţi în organismele umane sau în rămăşiţele lor, au fost sintetizaţi de către chimlşti. Să nu uităm însă că şi chimiştii sînt organisme vil, astfel că pînă şi moleculele sintetice. care „nu există în natură" sînt rezultatul acţiunilor unor organisme vii.

atomi poate fi încorporat în lanţul sau ciclul atomilor de carbon.

Carbonul este singurul atoni care poate forma cu o asemenea uşurinţă lanţuri sau cicluri.

Mai mult decît atît, e greu să ne închipuim că un fenomen atît de complex şi de versatil ca viaţa se poate descurca cu molecule mai puţin complexe decît cele pe care Je cunoaştem la organismele terestre.

Această aserţiune nu reprezintă o limită a infinitei variabilităţi a vieţii. Aid, pe Pămînt, variabilitatea este infinită în ceea ce priveşte forma, structura, comportarea, adaptarea, deşi se bazează doar pe compuşi organici care, la rîndul lor, se bazează pe lanţurile şi ciclurile atomilor de carbon.

Mai mult decît atît, numărul variaţiunilor posibile pe tema structurii compuşilor organici este atît de mare, îneît nu poate fi exprimat într-un mod inteligibil. Numărul de compuşi organici folosiţi de viaţa terestră în comparaţie cu numărul tuturor compuşilor organici este *mai mic* decît dimensiunile unui atom în comparaţie cu cele ale întregului Univers.

Pe scurt, putem spune că numărul de compuşi complecşi bazaţi pe atomii de carbon este practic nelimitat, în timp ce numărul de compuşi complecşi care nu conţin atomi de carbon este practic nul. Se presupune deci că o lume fără compuşi organici este o lume fără viaţă.

E încă o dată cazul să nu ne pripim. Să fim oare siguri că, în anumite condiţii pe care nu le cunoaştem, alte elemente sau combinaţii de elemente decît carbonul ar produce sau nu compuşi complecşi ? Putem fi oare siguri că în anuhoite condiţii nu poate apărea viaţa bazată pe compuşi relativ simpli ?

Nu. Ţinînd seama de penuria noastră de cunoştinţe privind alte lumi şi în domeniul unor subtilităţi ale vieţii pe care nu le înţelegem folosind doar propriul nostru exemplu, nu putem fi siguri de nimic.

Putem însă cere dovezi. Nu avem nici o dovadă legată de posibila existenţă a unor molecule la fel de complexe, delicate şi versatile precum compuşii organici, bazate pe alt element decît carbonul sau pe o combinaţie de elemente care să excludă carbonul. Nu există nici o dovadă în favoarea afirmaţiei că un fenomen atît de complex ca viaţa se poate baza pe compuşi relativ simpli.De aceea, *pînă la proba contrarie,* vom presupune doai că dacă nu există compuşi organici, nu există nici viaţă. 1

Situaţia este următoarea: analizele solului marţian efectuate de navele Viking 1 şi Viking 2 indică absenţi Compuşilor organici.

Problema existenţei vieţii pe Marte rămîne neelucidată. Nu avem dovezi clare nici pro, nici contra, şi trebui să aşteptăm rezultatul unor viitoare experienţe. în oric< caz, chiar dacă există viaţă, ea are toate şansele să fie cîţ se poate de primitivă, cu nimic peste nivelul bacteriilor de pe Pămînt.

O asemenea viaţă primitivă i-ar tulbura peste măsură pe biologi şi pe astronomi, dar în ceea ce priveşte căutarea inteligenţei extraterestre, ne alegem cu un zero cît roata carului.

Trebuie să căutăm în altă parte.

Capitolul 4- SISTEMUL SOLAR EXTERIORf

Chimie planetară

Sistemul solar iţiterior, limitat de orbita lui Marte, este o structură relativ mică. Dincolo de Marte începe „sistemul solar exterior", mult mai vast, în care evoluează planetele gigantice. Există aici nu mai puţin de patru asemenea giganţi : Jupiter, Saturn, Uranus şi Neptun. Cu toţii pun în inferioritate Pămîntul, mai cu seamă Jupiter, al cărui volum este de 1 000 de ori mai mare decît al Pămîn- lului şi a cărui masă este de 300 de ori mai mare decît a planetei noastre.

De ce oare este populat sistemul solar interior de pitici, iar sistemul solar exterior de giganţi ? Gîndiţi-vă...

Nebuloasa din care s-a format sistemul solar trebuie să fi fost compusă — mai mult sau mai puţin — din aceleaşi substanţe care compun în genere Universul. Astronomii au determinat cu ajutorul spectroscopiei structura chimică a Soarelui şi a altor stele, ca şi pe cea a norilor de praf şi a gazelor interstelare. Ei au ajuns la unele concluzii privind compoziţia Universului. Iată-le sintetizate în tabelul care urmează :

Elementul	*Numărul de ato*
Hidrogen	10 000 000
Heliu	1 400 000
Oxigen	6 800
Carbon	3 00 ?
Neon	2
Azot	91
Magneziu	29
Siliciu	250
Elementul	*Numărul de atomi*

Sulf ’	95
Fier	EU
Argon	42
Aluminiu	19
Sodiu	17
Calciu	17
Tăate celelalte clemente combinate	50

După cum vedeţi, Universul este alcătuit mai cu seama din hidrogen şi heliu, două elemente cu atomi foarte .simpli. împreună, hidrogenul şi heliul reprezintă aproape 99,9% din numărul total al atomilor din Univers. Hidrogenul şi heliul au, fără-ndoială, atomi foarte uşori, nici pe departe la fel de grei ca alţii, şi totuşi ei reprezintă câni 98% din masa Universului.

Cele mai răspîndite 14 elemente menţionate în tabelul de mai sus compun aproape întreg Universul. Doar un atom din. 250 000 aparţine vreunui alt element.

Dintre cele 14, atomii de heliu, neon şi argon nu se combină între ei şi nici cu atomii altor elemente.

Atomii de hidrogen se combină cu alţi atomi doar în cazul în care se ciocnesc cu aceştia. Ţinînd seama de structura Universului, atomii de hidrogen trebuie să se ciocnească cu alţi atomi de hidrogrJn. Astfel se formează mole-! culele de hidrogen, compuse fiecare din cîte doi atomi de hidrogen.

Oxigenul, azotul, carbonul şi sulful sînt compuşi din atomi care se pot combina cu atomii de hidrogen atunci eînd aceştia din urmă sînt prezenţi în număr foarte mare. Fiecare atom de oxigen se combină cu doi atomi de hidrogen formînd o moleculă de apă. Fiecare atom de azot se combină cu trei atomi de hidrogen formînd o moleculă de amoniac. Fiecare atom de carbon se combină cu patru atomi de hidrogen formînd o moleculă de metan. Fiecare atom d§ sulf se combină cu doi atomi de hidrogen fornăind hidrogenul sulfurat.

Aceste opt substanţe : hidrogenul, heliul, neonul, argonul., apa, amoniacul, metanul şi hidrogenul sulfurat există în stare gazoasă la temperaturi terestre sau, în cazul apei, sub forma unui lichid, care se evaporă cu uşurinţă. Le grupăm sub termenul de „volatile** (de la cuvîntul latin late înseamnă *a zbura,* întrucît gazele ori vaporii, nefiind Itrîns legaţi de restul- materiei, tind să difuzeze sau să se piardă în zbor).

Siliciul se combină mult mai uşor cu oxigenul decît cu hidrogenul. Magneziul, aluminiul, sodiul şi calciul se combină cu uşurinţă cu compuşii siliciu-oxigen, şi toate weste elemente luate la un loc alcătuiesc în cea mai mare parte materia din care sînt făcute pietrele, ,,silicaţii“.

În privinţa fierului, putem spune că el există în rod, gvînd uneori posibilitatea să rămînă în formă metalică patorită cantităţilor considerabile în care este prezent Alături de fier, găsim metale asemănătoare, dar ceva mai rare, nichelul şi cobaltul.

Atomii şi moleculele pietrelor şi metalelor sînt strîns iunie, legate de forţe chimice puternice, ceea ce le permite ki>. rămînă în stane solidă chiai' dacă sînt încălzite pînă la foşu.' Ele nu au nevoie de forţa gravitaţiei pentru a le ţine unite.; de aceea atomii din fragmente minuscule de rocă unu metal în care forţele gravitaţionale sînt practic neglijabile stau strîns uniţi.

Materialul originar din care era compusă nebuloasa primordială care a dat naştere sistemului solar conţinea 1)9,8% substanţe volatile şi doar 0,2% solide. în sistemul Milar interior căldura Soarelui a produs temperaturi deştul (le înalte pentru a asigura viteze relativ ridicate de deplasare atomilor şi mbleculdoi' substanţelor volatile, iuţeala jur scăpîndu-le de capcana gravitaţională. Planetele sistem inului solar interior au ajuns să se compună din roci şi metale care se menţineau unite chiar în absenţa forţelor gravitaţionale, dar care reprezentau o parte infimă a materiei din nebuloasă. De aceea, planetele interioare sînt mici.

De altfel cele mai mici dintre ele nici nu conţin substanţe volatile. Mercur este compus dintr-un nucleu metalic masiv, înconjurat de o manta stîncoasă. (Ştim acest lucru fiindcă densitatea lui Mercur este pica mare, aşa că ol trebuie să fie compus în cea mai mare parte din metale de mare densitate şi doar în mică măsură din rocă de densitate mijlocie.) Luna e făcută doar din piatră. Densitatea ei este prea mică pentru a permite existenţa unui nucleu metalic de dimensiuni semnificative. Şi lui Mercur, şi Lunii le lipsesc substanţele volatile.

Marte, ca şi Luna, este compus doar din rocă. Pămîntul Vi Venus, ca şi Mercur, au o structură ele rocă sub care se află un nucleu metalic. Marte, Pămîntul şi Venus **sini** totuşi destul de masive pentru a fi în stare să

retină unell substanţe volatile cu ajutorul atracţiei gravitaţionale. **I**

Dincolo de orbita lui Marte, devine mai uşor să acumJ Iezi substanţe volatile de la un anumit nivel de intensitat gravitaţională. în primul rînd, la temperaturi mai scăzuta mpleculele se mişcă mai lent şi au mai puţine şanse de depăşi viteza de evadare gravitaţională, în al doilea rin* substanţele volatile se vor solidifica pe rînd, odată cu scă derea temperaturii, şi în stare solidă vor rămîne unite d atracţia chimică fără a mai depinde de forţa gravitaţie Tabelul următor prezintă punctele de îngheţare, în con diţii terestre, a opt substanţe volatile :

Substanţa	*Punctul de îngheţare*		
	grade Celsius	*grade Fahrenheit*	*Temperaturi absolută*
Apa	0.0	— 32,0	273,1
Amoniac	—77,7	— 82,3	195,4
Hidrogen sulfurat	—85,3	— 96,3	187,6
Metan	—182,5	— 270,11	90,6
Argon	—189,2	— 283,0	83.11
Neon	—24C.7	— 390,1	24,4
Hidrogen	—259,1	— 408,8	14,0
Heliu (sub	—272,2	— 432,4	0,11

Aceasta înseamnă că, oriunde dincolo de orbita lu Marte, corpurile cereşti de mici dimensiuni pot fi compus nu numai din metal şi stîncă, ci şi din substanţe volatil* precum, apa, amoniacul şi hidrogenul sulfurat în star* solidă. Dacă aceste corpuri cereşti se află destul de depart* de Soare pentru a beneficia de temperaturi extrem de scâ zute, putem avea de-a face şi cp, metan, şi argon solidificai Neopul, hidrogenul şi heliul îngheaţă la temperaturi atî de scăzute, înеît ele nu pot exista pe un corp ceresc, chia dacă acesta se află la limitele cunoscute ale sistemulu solar.

Apa îngheţată este, desigur, gheaţă. Formele solide al altor substanţe volatile seamănă ca aspect cu gheaţa, astfe că ne putem referi la starea solidă a unei substanţe voia?» tile numind-o gheaţă. Pentru a o deosebi, vom numi apâ îngheţată, care este gheaţa adevărată, gheajă-de-apă.

Titan

Să vedem deci în ce măsură nivelul nostru de cunoştinţe ih-spre o lume a sistemului solar exterior ne permite sa nfirmăm la prima vedere că acolo nu poate exista viaţa tuşa cum o cunoaştem noi).

Am stabilit că pentru viaţă compuşii organici sînt esen- tuili. Compuşii organici constau din molecule alcătuite din unturi şi inele de carbon de care sînt legaţi întotdeauna «t inii de hidrogen, cu adaosuri mai modeste de atomi de azot, oxigen şi sulf. Aceste cinci tipuri de atomi reprezintă peste 99% din numărul atomilor din compuşii organici. Aceşti atonii alcătuiesc cinci din cele opt substanţe volatile. (Ceilalţi trei, argonul, neonul şi heliul, nu intră în rombinaţii şi nu joacă nici un rol în chimia vieţii.)

Devine evident faptul că viaţa, aşa cum o cunoaştem, aste o funcţie a acestor substanţe volatile şi că nici o lume nu poate găadui viaţa dacă pe ea nu există materie volatilă.

La temperaturile care domnesc dincolo de orbita lui Marte, orice corp ceresc, fie fel cît de mie, poate avea materii volatile. Cîteodată cade pe Pămînt un meteorit tn care găsim apă, hidrocarburi[9] şi alte substanţe volatile. Nu în cantităţi prea mari, cel mult 5 %, dar le găsim.

Astfel de meteoriţi, numiţi chondrite carbonice, sînt relativ rari în comparaţie cu meteoriţii obişnui ţi, câmpuri «Un metal sau rocă, sau din metal *şi* rocă. S-au găsit pînă tn ziua de azi doar vreo 20 de chondrite carbonice.

Aceasta nu înseamnă că aceste chondrite carbonice sînt rare. Ele ar putea fi foarte banale. Numai că structura lor uste mai precară decît cea a meteoriţilor metalici sau •tincoşi. Chondritele carbonice se distrug cu uşurinţă în timpul trecerii lor incandescente prin atmosferă, astfel că puţine fragmente supravieţuiesc şi ajung să lovească nuprafaţa Pămîntului.

în ultimii ani s-a stabilit că majoritatea asteroizilor, mai ales cei aflaţi mai departe de Soare, au caracteristici •semănătoare (culoare închisă şi densitate scăzută) celor •le chondritelor carbonice, ceea oe înseamnă că au şi materie volatilă. Cei doi minusculi sateliţi ai planetei Marte •înt mult mai închişi la culoare decît Marte înşuşi şi au o densitate mai mică ; asta

9 Substanţe ale căror molecule sînt compuse, ca metanul, de •xi-jnplu, doar dîn atomi de carbon şl de hidrogen.

înseamnă ca şi ei con [în materi .Volatile,

Să nu uităţi de cometele care îşi petrec cea mai mar< parte a existenţei orbitale sub forma unor mici corpur solide, undeva departe de Soare. Ele au cel mult cîţivi kilometri în diametru şi sînt compuse de obicei aproape exclusiv din materie îngheţată.

Atunci cţţid cometele ajung în acea zonă a orbitei lo« care le apropie de Soare, o parte a gheţurilor se evaporă punînd în libertate şi granule de rocă sau de metal cart au fost amestecate cu gheaţă. Astfel se formează o „coamă*' ceţoasă în jurul „nucleului", aflat încă în stare solidă. Soarele emite tot timpul şi în toate direcţiile şuvoaie de particule subatomice rapide („vîhtul solar"), care mături „coama", o îndreaptă în direcţia opusă Soarelui şi o transformă într-o „coadă" lungă.

Putem ajunge deci la concluzia că orice obiecte cereşti din sistemul solar exterior, mai mari ca dimensiuni deci asteroizii şi cometele, vor conţine cu siguranţă materii Volatile. i

Deşi lipsa substanţelor volatile este o dovadă sigură aj absenţei vieţii, reciproca nu este valabilă. O lume fără viaţă poate fi bogată în materii volatile. Venus este uri exemplu. Dacă n-ar fi aşa, ar trebui să credem că există! viaţă pe toate corpurile cereşti aflate dincolo de orbita! lui Marte. |

La urma urmei, în prezenţa materiilor volatile s-an putea întîmpla să nu se formeze compuşi organici destul de complecşi pentru a face posibilă viaţa. Privind de pa Pămînt, nu e prea uşor de sptis dacă un corp ceresd aflatj dincplo de orbita lui Marte adăposteşte sau nu cornpuş organici complecşi. în lipsa unor detalii informaţionale care ne depăşesc capacităţile, cum putem oare aprecia prezenţe sau absenţa vieţii într-o lume aflată la mari depărtări ?

Trebuie să repetăm că pentru viaţă e nevoie de un medii lichid, ea apa, de exemplu.

O lume care posedă suficient lichid pe suprafaţa e pentru a face posibilă existenţa vieţii — nu doar un numai redus de organisme asemănătoare cu bacteriile, ci de c complexitate suficientă pentru a permite apropierea de inteligenţă — trebuie să poată conserva cel puţin o parte din acest lichid în stare de vapori.

Dacă lumea despre care vorbim nu poate reţine vaporii cu ajutorul gravitaţiei, lichidul îşi va continua evaporarea pînă la dispariţie. Dacă lumea *poate* reţine

vaporii, atmosfera ei va avea o consistenţă mai mare decît tuia compusă doar din urme de gaj:, va fi o atmosferă compusă cel puţin din vaporii lichidului menţionat, şi probabil şi din alte gaze.

În consecinţă, o lume fără atmosferă nu poate găzdui o viaţă (aşa cum o cunoaştem) superioară nivelului bacte- rian ; nu fiindcă atmosfera ar fi absolut necesară vieţii, dar fiindcă prezenţa unor cantităţi substanţiale de lichid pe suprafaţă sînt necesare unei vieţi care să depăşească nivelul bacteriilor. Fără atmosferă, substanţele volatile prezente se voi[1] afla în stare solidă, îngheţate, ceea ce este insuficient pentru viaţă.

Ştiind toate acestea, să ne ocupăm de corpurile cereşti aflate dincolo dc orbita lui Marte şi care âu un diametru mai mic de 2 900 km.

L

Sînt nenumărate asemenea corpuri cereşti, trilioane şi trilioane de fire de praf, miliarde de comete, zeci de mii de asteroizi şi cîteva zeci de mici sateliţi. Le putem elimina din discuţie. Deşi o bună parte dintre ele, poate chiar toate cele care depăşesc mărimea firelor de praf, conţine materii volatile, nici imul nu ave o atmosferă permanentă şi nu poate spera să aibă lichide. Cometele care şe apropie de Soare au o atmosferă în timpul acestei apropieri, deşi pare foarte puţin probabil să aibă, chiar în acea perioadă, lichide la suprafaţă ; să nu uităm că perioada cu atmosferă reprezintă doar o parte infimă din durata parcursului lor orbital.

Ce putem spune însă despre corpurile cereşti aflate dincolo de orbita lui Marte, care au diametre cuprinse între 2 900 şi 6 500 km ?

Sînt exact şapte. Şase sateliţi *: Io,* Europa,. Ganimcde. Calisto, Titan şi Triton. Şi o planetă : Pluto.

Dintre aceste şapte corpuri cereşti, cei patru sateliţi jupiterieni : Io, Europa, Ganimede şi Calisto, sînt cei mai apropiaţi de Soare. Nici unul nu se poate lăuda cu **o** atmosferă superioară unor urme de gaze.

Io, cel mai apropiat de Jupiter, trebuie să fi fost expus unei călduri intense în. perioada iniţială a formării planetelor, în perioada în care Jupiter însuşi, aflat în formare, radia intens căldură. Dacă îl judecăm după densitate, To seamănă foarte mult cu Luna şi conţine foarte puţine materii volatile în structură, sau chiar deloc.

Sateliţii aflaţi mai departe au densităţi din ce în o mai mici şi prin urmare conţin din ce în ce mai mult

substanţe volatile. Acestea trebuie să fie, în primul rînd apa, şi mai apoi mici cantităţi de amoniac şi de hidrogen sulfurat. Metanul se găseşte în stare gazoasă chiar la tem' peraturile scăzute din vecinătatea lui Jupiter, iar moleculele sale sînt prea iuţi pentru a putea fi reţinute de atracţia gravitaţională prea modestă a sateliţilor.

Europa, al doilea dintre sateliţii mari, are probabil uij strat subţire de apă îngheţată la suprafaţă. Ganimede şi Calisto au straturi mult mai groase de materii volatila în jurul unui nucleu de rocă. Aceste straturi pot avea q grosime de sute de kilometri. La suprafaţă există un strai de apă îngheţată, dar dedesubt, menţinut de căldura în-j temă, poate exista un strat de apă în stare lichidă. Să sa fi dezvoltat pe aceşti doi sateliţi, aflaţi într-un întuneric^ veşnic, o viaţă izolată de testul Universului printr-un strat de gheaţă gros de mulţi kilometri ? Nu ştim deocamdată^

Dacă sateliţii jupiterieni sînt cele mai apropiate corpuri cereşti dintre cele şapte la care ne referim, Pluto este cel mai îndepărtat. Pluto e atît de departe de Soaie şi are temperaturi atît de scăzute, îneît pînă şi metanul îngheaţă. Observaţii recente ale luminii reflectate de Pluto par să arate că acesta este într-adevăr acoperit de un strat de' metan îngheţat. El ar putea avea o atmosferă rarefiată de hidrogen, heliu şi neon, dar deocamdată nu avem indicii în privinţa aceasta. Chiar dacă ar fi aşa, asta nu ar contribui, la prezenţa lichidului la suprafaţă, întrucît, la temperaturile de pe Pluto, hidrogenul, neonul şi heliul mai sînt în stare gazoasă, în,timp ce toate celelalte substanţe se solidifică.

Ceva mai aproape de noi se află Triton, un satelit al planetei Neptun. E foarte probabil să se afle şi el în situaţia lui Pluto, îmbrăcat în metan solid şi cu o atmosferă rarefiată de hidrogen, neon şi heliu ; acestea sînt însă, deocamdată, simple presupuneri.

Ne-a mai rămas o lume de dimensiuni apropiate, Titan, cel mai mare satelit al planetei Saturn. E mai departe de Soare şi mai rece decît cei patru sateliţi ai lui Jupiter, dar mai aproape de Soare şi mai cald decît Triton şi Pluto.

Temperatura lui Titan este de -150 - grade Cclsius, cu 15 grade mai scăzută decît cea a sateliţilor jupiterieni. La această temperatură, metanul se mai găseşte în stare gazoasă, dar se apropie văzînd cu ochii de punctul de lichefiere (—161,5 grade Celsius), iar

moleculele sale abia mişcă. Ele ar putea fi reţinute de atracţia gravitaţională n lui Titan, deşi aceasta are o valoare de numai 2/3 ca Intensitate în comparaţie cu cea a Lunii.

Se pare deci că Titan ar putea avea o atmosferă de metan, şi Gerard Kuiper a şi descoperit-o în 1944. Este o atmosferă destul de consistentă, aproape sigur mai densă decît atmosfera marţiană. ,

Titan este singurul satelit din sistemul solar care are o atmosferă adevărată. El este cel mai mic corp din sistemul solar care are o atmosferă adevărată şi este singurul corp ceresc, indiferent de mărime, care are o atmosferă wmpusă mai cu seamă din metan.

Metanul, cu o moleculă constînd dintr-un atom de carbon şi patru atomi de hidrogen, este cel mai mic compus organic. Datorită proprietăţilor deosebite ale atomilor de carbon şi uşurinţei cu care acesta se leagă de alţi atomi de carbon, moleculele de metan se vor combina rapid, devenind mai mari, ajungînd la doi, trei sau patru atomi de carbon, cu un număr adecvat de atomi de hidrogen legat de ei. Soarele, deşi aflat foarte departe de Titan, ar putea oferi suficientă energie pentru a declanşa şi întreţine asemenea reacţii chimice.

S-ar putea deci ca atmosfera lui Titan să conţină mici cantităţi de hidrocarburi superioare într-un amestec foarte complicat şi poate că tocmai acest amestec îi dă lui Titan o culoare portocalie, caracteristică atunci cînd îl privim prin telescop.

Cu cît e mai complicată molecula unei hidrocarburi, cu atît mai ridicată va fi temperatura ei de lichefiere. Deşi hidrocarburile superioare pot exista sub formă de vapori în atmosferă, cea mai mare parte a lor se va afla pe suprafaţă în stare lichidă. întrucît gazul de brichetă e compus din molecule de hidrocarburi cu cinci sau şase atomi de carbon, ne putem închipui pe Titan lacuri şi mări de gaz de brichetă lichefiat în care sînt dizolvate molecule şi mai complicate, unele formînd phiar un soi de mîl pe ţărmurile acestor lacuri şi mări.

Deci pe Titan există suficiente lichide şi suficient de mulţi compuşi organici.

Acestea reprezintă cerinţele minime ale vieţii, numai că rămîne de văzut dacă hidrocarburile pot înlocui apa în rolul de lichid în care se formează tiparele vieţii.

Apa este un lichid ,,polar“. Aceasta înseamnă că rnolcji culele ei sînt asimetrice şi au sarcini electrice minima la capetele opuse. Aceste mici sarcini electrice

deelanşeaz atracţii şi respingeri care joacă un rol important în pre eesde chimice caracteristice vieţii. Moleculele de hidra carburi sînt însă lichide „nepolare“, cu molecule sime tiice, lipsite de sarcini electrice. Pot oare lichidele nepo lare să joace rolul de scenă a vieţii ?

Poate oare *orice alt* lichid decît apa să joace acest rc de scenă a vieţii ? Singurele lichide care au o şans rezonabilă de a juca acest rol sînt cele care se găsesc ii cantităţi mari în întreg Universul şi care se află în start lichidă la temperaturi planetare. Pe lingă apă şi hidro carburi, mai există doi candidaţi : amoniacul şi hidrogenu sulfurat. Amoniacul este un lichid polar, dar nu la tel de polar ca apa, iar hidrogenul sulfiu'at este şi mai puţiri polar.

1

Dacă am avea destulă imaginaţie, am putea inventa o chimie care foloseşte aceste lichide drept fundal, adueînc| viaţa în prim plan ; acestea ar fi însă simple exerciţii| speculative. Nu avem nici un fel de dovadă că există vreun; lichid care ar putea înlocui apa.

Pină cînd vom găsi o asemenea dovadă, oricît de frag-' mentară, trebuie să rămînem conservatori şi să nu cornăm decît pe apă. Din aceste motive, deşi Titan ne va oferi o[1] lume fascinantă din punct de vedere chimic, dacă vom ajunge să o studiem în detaliu, nu putem fi în nici un caz convinşi că pe Titan există viaţă.

Jupiter

În pustiurile îngheţate de dincolo de Marte se poate întîmplâ ca o lume în formare să adune suficientă materie îngheţată (pe lîngă rocile şi metalul disponibil) pentru a ajunge la o atracţie gravitaţională destul de intensă ca să reţină heliul şi neonul. Masa suplimentară va intensifica atracţia gravitaţională făcînd poate posibilă reţinerea hidrogenului, prezent în cantităţi mult mai mari decît oricare altă substanţă.

Fiecare atom de hidrogen capturat uşurează capturarea altor atomi de hidrogen, produeîndu-se un efect de avalanşă care goleşte rapid de materie spaţiul înconjurător şi produce o planetă uriaşă ; mai rămîne doar suficientă materie pentru formarea unor corpuri cereşti mici, precum sateliţii şi asteroizii.

Există patru planete din sistemul solar exterior care s-au format în acest fel : Jupiter, Saturn, Uranus şi Neptun.

Dintre acestea, Jupiter e cea mai mare, avînd un diametru de 143 200 km, adică de 11,23 de ori mai mare decît diametrul Pămîntul. Cea mai mică este Neptun, cu un diametru de 49 500 km, adică de 3,83 de ori mai mare decît al Pămîntului. Volumele se situează între cel al lui Jupiter, de 1 415 ori mai mare decît al Pămîntului, şi cel al lui Neptun, de 58 de ori mai mare decît al Pămîntului.

Datorită faptului că aceşti giganţi sînt compuşi în cea mai mare parte din materie volatilă, a cărei densitate este scăzută, densitatea lor medie este cu piuit, mai mică decît cea a Pămîntului. Neptun este cel mai dens dintre uriaşi, avînd o densitate medie de 1,67 ori mai mare decît a apei. Saturn ar pluti pe apă dacă âr exista un ocean destul de mare şi dacă Saturn ar supravieţui acestei întâmplări. El este cel mai puţin dens dintre giganţi, avînd o densitate medie de 0,71 în comparaţie cu apa. Comparaţi aceste date cu densitatea medie a Pămîntului, care este de 5,5 ori mai mare decît a apei.

■Întrucît planetele gigantice au densităţi mici, masele lor (cantitatea de materie pe care o conţin, ca să zicem aşa) sînt mai mici decît am putea crede judecind după mărimea lor. Cel mai masiv este Jupiter, cu o masă de 313 ori mai mare decît a Pămîntului, iar cel mai puţin masiv este Uranus a cărui masă este de 14,5 ori mai mare decît a Pămîntului.

Ţinînd seama de toate acestea, devine evident faptul că planetele gigantice din sistemul solar exterior au structuri şi proprietăţi radical diferite de cele ale Pămîntului. Putem concepe existenţa vieţii pe aceste planete ?

Nava cosmică automată Pioneer 10 a fost lansată în ziua de 2 martie 1972 în direcţia lui Jupiter. în ziua de 3 decembrie 1973 ea a trecut la o distanţă de doar 135 000 km de suprafaţa planetei Jupiter.

în timpul celor patru zile în care Pioneer 10 a zburat în apropierea lui Jupiter, instrumentele sale au detectat radiaţia, au numărat particule elementare, au măsurat cîmpurile magnetice, au înregistrat temperaturi şi au analizat lumina solară care trecea prin atmosfera lui Jupiter.

După triumful lui Pioneer 10, o altă sondă spaţială, Pioneer 11, soră geamănă cu cea de mai sus, s-a apropiat de planetă, plecase de pe Pământ la data de 5 aprilie 1973 şi a trecut la 42 000 km de suprafaţa planetei Jupiter în ziua de 3 decembrie 1974. Traiectoria ei a purtat-o peste Polul Nord jupiterian, zonă invizibilă pentru pământeni.

Ambele sonde spaţiale au transmis fotografii şi alte informaţii folositoare. Aceste informaţii le-au permis astronomilor să deducă că în structura lui Jupiter intră doar cantităţi foarte mici de roci şi metale. Se pare că Jupiter este compus mai cu seamă din hidrogen, puţin heliu şi urme (comparativ vorbind) de alte materii volatile. Aşa cum Pământul este, la urma urmei, o sferă rotitoare de rocă şi metal, putem spune despre Jupiter că este, la urma urmei, o sferă rotitoare de hidrogen lichid relativ cald, (în mod. normal, hidrogenul lichid fierbe la temperaturi extrem de scăzute, dar la presiunile enorme din interiorul lui Jupiter se ajunge la temperaturi cu mult mai ridicate.)

Suprafaţa exterioară a mingii lichide care este Jupiter este rece, dar temperatura creşte rapid pe măsură ce coborîm sub suprafaţă. La 950 km sub suprafaţa vizibilă a norilor, temperatura atinge 3 600 de grade Celsius.

La suprafaţa relativ rece a planetei se află apă, amoniac, metan şi alte substanţe volatile, inclusiv mici cantităţi de hidrocarburi cu doi sau trei atomi de carbon în moleculă.

Evident, trebuie să existe o circulaţie a lichidului planetar jupiterian, ca şi în oceanele Pământului. Poate că imense coloane de lichid jupiterian se scufundă şi se încălzesc, în timp ce alte coloane, la fel de uriaşe, se înalţă şi se răcesc.

Argumentele în favoarea vieţii încep să devină interesante. Apa este cu siguranţă prezentă în fluid, şi chiar dacă procentajul reprezentat de ea ar \fi mic, pe o planetă de dimensiunile lui Jupiter un procentaj mic înseamnă o cantitate mare, dacă o privim în termeni absoluţi. Chiar dacă apa este complet depăşită de hidrogen, s-ar putea întîmpla foarte bine să fie mai multă apă pe Jupiter decît pe Pământ.

Există, pe lîngă apă, şi metan şi amoniac ; toate trei se pot combina formînd moleculele organice pe care le asociem de regulă cu viaţa. E nevoie de energie pentru a ajunge la asemenea combinaţii, dar asta nu e o

problemă dacă ţinem seama de enorma căldură interioară a lui Jupiter.

Ne putem imagina cu uşurinţă celule vii, şi poate chiar fiinţe multicelulare complicate, trăind în oceanul jupite- rian, menţinîndu-se la o temperatură confortabilă, înotînd într-o coloană ascendentă sau într-una descendentă sau chiar trecând dintr-o coloană de lichid într-alta atunci cînd e nevoie.

Nici nu pare prea greu de crezut, şi ar fi chiar o viaţă- aşa-cum-o-cunoaştem-noi ; nu putem fi însă siguri pînă cînd nu reuşim să găsim vreo metodă de explorare a oceanului jupiterian.

Deşi nu am explorat încă nici unul dintre ceilalţi giganţi planetari aşa cum l-am explorat pe Jupiter (cu toate că mai multe sonde spaţiale se îndreaptă spre Saturn după ce au trecut de Jupiter) \ nu avem motive să ne îndoim că ceea ce este valabil pentru Jupiter nu ar fi valabil în cazul celorlalte planete uriaşe.

S-ar putea deci să existe în sistemul solar exterior patru lumi mai bogate în viaţă decît Pământul.

Numai că viaţa pe aceste planete îndepărtate ar fi o viaţă oceanică, întrucît planetele, compuse mai cu scamă din materii volatile, dintre care hidrogenul este preponderent, trebuie să fie pur lichide. Nu avem nici o şansă să găsim pe ele continente ori măcar insule.

Formele de viaţă de pe aceste planete vor fi, după toate probabilităţile, adaptate deplasărilor rapide într-un mediu mai dens decît aerul pămîntean, fiind deci profilate aerodinamic şi, în consecinţă, lipsite de organe de manipulare.

Dar chiar dacă aceste fiinţe ar putea acţiona asupra mediului înconjurător, ar putea oare ele să ajungă la folosirea unei forme convenabile de energie neanimată, echivalentă cu focul nostru ? (Sigur că nu există oxigen liber pe o planetă ca Jupiter, dar există hidrogen liber, iar compuşii bogaţi în oxigen pot arde într-o atmosferă de hidrogen.)

Pare mai plauzibilă ipoteza care susţine că, în cazul evoluţiei pînă la inteligenţă a vieţii de pe planetele gigantice, am avea de-a face mai degrabă cu o inteligenţă asemănătoare cu a delfinului, şi nu cu o inteligenţă umană. Chiar dacă această inteligenţă ai-duce la o îmbunătăţire a vieţii, ea nu ar include dezvoltarea unei tehnologii bazate

[1] Sondele Voyager au ajuns la Saturn după publicarea cârtii lui Asimov. ■— *Nota trad*pe unelte din ce în ce mai complicate şi mai perfecţionate cu ajutorul cărora fiinţele inteligente îşi influenţează direct mediul de viaţă în moduri din ce în ce mai subtile.

Afirmaţia este valabilă şi pentru formele de viaţă care s-ar dezvolta, înfruntînd orice vicisitudini, într-un posibil strat de apă aflat sub scoarţa sateliţilor Ganimede sau Calisto.

Cu alte cuvinte, s-av putea să existe viaţă pe Jupiter şi pe celelalte planete gigantice, poate chiar inteligenţă, dai' e puţin probabil să întîlnim acolo o civilizaţie tehnologică ca a noastră.

STELELE

' Protestele

După această explorare aproape exhaustivă a sistemului solar, se paie că, deşi ar exista viaţă pe cîteva lumi în afara Pămîntului, poate chiar viaţă inteligentă, şansele nu sînt prea mari. Şansele existenţei sau posibilităţii existenţei unei civilizaţii tehnologice undeva în sistemul solar, cu excepţia Pămîntului, sînt practic nule.

Numai că sistemul solar nu este în nici un caz întregul Univers. Să căutăm şi în altă parte.

Ne-am putea imagina o viaţă în spaţiul cosmic sub forma unor concentraţii de cîmpuri energetice sau a unor nori animaţi de gaze şi praf, dar nu există nici un fel de indicii în privinţa unei asemenea posibilităţi. Pînă cînd nu vor apărea dovezi în această direcţie (şi bineînţeles că gîndirea ştiinţifică nu refuză această posibilitate), trebuie să considerăm viaţa ca fenomen legat de lumi solide, cu temperaturi mai scăzute decît cele din stele.

Singurele lumi reci şi solide pe care le cunoaştem sînt corpurile planetare şi subplanetare care se rotesc în jurul Soarelui, ceea ce nu ne obligă însă să credem că toate corpurile cereşti de acest fel din Univers sînt neapărat asociate cu stelele L

Pot exista nori de praf şi gaze, cu o masă mult mai mică decît nebuloasa din care s-a format sistemul nostru solar, iar aceştia s-ar fi putut condensa în corpuri

cereşti mult mai mici decît Soarele nostru. Dacă aceste corpuri sînt suficient de mici în comparaţie cu Soarele, să spunem,

[1] Nu cred că jnai e nevoie să spun că Soarele nostru este o stea care se deosebeşte foarte mult de toate celelalte stele numai fiindcă este mult mai aproape de noi.

cu o masă de 1/50 din masa Soarelui, sau mai puţin, ele. vor fi insuficient de masive pentru a asigura declanşarea reacţiilor nucleare. Suprafeţele unor astfel de corpuri-vor xămîne reci şi ele vor avea proprietăţi asemănătoare cu cele ale planetelor, numai că se vor mişca independent în spaţiu şi nu.se vor roti în jurul nici unei ştele.

Experienţa ne învaţă că în materie de corpuri cereşti numărul creşte-odată cu scăderea dimensiunilor. Sînt mult mai multe stele mici decît stele mari, mult mai multe planete mici decît planete mari, mult mai mulţi sateliţi mici decît sateliţi mari şi aşa mai departe. Am putea oare afirma, ţinînd seama de aceste fapte, că aceste protostele, prea mici pentru a se putea aprinde, există în număr mult mai mare decît corpurile cereşti similare care sînt destul de masive pentru a se putea aprinde ? Cel puţin un astronom de seamă, americanul Harlow Shapley (1885—1972), a susţinut cu tărie posibilitatea existenţei unor astfel de corpuri cereşti.'

• Bineînţeles că, din cauză că nu strălucesc, ele rămîn nedetectate, iar noi nu le cunoaştem. Dar dacă există, putem fi convinşi că în spaţiu găsim protostele de toate mărimile, de la super-Jupiteri la mici asteroizi. Putem chiar presupune că cele mari au în jurul lor corpuri cu mult mai mici decît ele, la fel cum Jupiter are sateliţi, la fel ca celelalte planete gigantice din propriul nostru sistem solar.

Şe naşte totuşi întrebarea : se poate forma viaţa pe asemenea protostele ?

Pînă acum am stabilit că necesităţile absolute ale vieţii (aşa cum o cunoaştem noi) sînt, în primul rînd, mediul lichid, de preferinţă apa, şi, în al doilea rînd, compuşii organici. Trebuie să adăugăm că mai există şi o a treia condiţie, pe care o considerăm de obicei de la sine înţeleasă, şi anume prezenţa energiei. Energia este necesară pentru a construi compuşi organici din moleculele mici, prezente la început, molecule precum apa, amoniacul şi metanuL

De unde ar proveni energia protostelelor ?

în timpul condensării unui nor de praf şi gaze într-un corp ceresc de o anumită mărime, mişcarea spre interior a componentelor norului reprezintă energia cinetică obţinută din cîmpul gravitaţional. Cînd mişcarea se opreşte datorită coliziunilor şi unirii particulelor, energia cinetică se transformă în căldură. De aceea, centrul oricărui corp ceresc de dimensiuni apreciabile este fierbinte. Temperatura centrului Pămîntului, de exemplu, este apreciată ca fiind de 5 000 de grade Celsius.

Cu cît este mai mare corpul ceresc la care ne referim •;i cu cît a fost mai intens cîmpul gravitaţional care l-â format, cu atît mai mare va fi energia cinetică, cu atit mai intensă căldura şi cu atît mai ridicată temperatura interioară. Se apreciază, de exemplu, că temperatura din centrul hii Jupiter ajunge la 54 000 de grade Celsius.

Se poate presupune că această căldură interioară este un fenomen temporar şi că orice planetă se răceşte încet, dar sigur. Aşa ar trebui, să se întîmple dacă nu ar exista o sursă interioară de energie care să înlocuiască căldura care se pierde în spaţiu.

în cazul Pămîntului, de pildă, căldura internă se scurge cît se poate de lent, datorită excelentului efect izolator al straturilor exterioare de rocă. în acelaşi timp, aceste straturi exterioare conţin mici cantităţi de elemente radioactive, precum uraniul şi toriul, care, în cursul dezintegrării radioactive, eliberează suficient de multă căldură pentru a o înlocui pe cea pierdută. Ca rezultat, Pămîntul nu se răceşte perceptibil şi, deşi are o existenţă de corp solid de 4,6 miliarde de ani, căldura sa internă continuă să existe.

în cazul lui Jupiter, se pare că în centrul său se desfăşoară unele reacţii nucleare, un soi de palide imitaţii ale comportamentului stelar, astfel că Jupiter radiază în spaţiu de trei ori mai multă căldură decît primeşte de la Soare.

Căldura internă aproape veşnică ar fi mai mult decît suficientă pentru a asigura viaţa, 'presupunînd că fiinţele vii ar putea-o exploata.

Am putea, după cum am mai menţionat, să ne imaginăm o viaţă care există în interiorul unei planete în apropierea unor zone de căldură care să fi servit drept sursă de eiiergie formării şi întreţinerii vieţii. Nu există însă nici o dovadă a posibilităţii existenţei vieţii altundeva decît pe suprafaţa sau în apropiere de

suprafaţa unei lumi, şi pînă la proba contrarie nu ne vom referi decît la suprafeţe.

Să ne imaginăm deci o protostea nu cu mult mai masivă decît Pămîntul, sau un ■corp 'ceresc tot atît de masiv, care se roteşte în jurul unei protostele ceva mai masivă decît Jupiter, dar care nu emite lumină vizibilă.

»

Un astfel de corp ceresc, asemănător cu Pămîntul, dar evoluînd liber în spaţiu sau înconjurînd o protostca, ar fi o lume asemănătoare cu Ganimede sau Calisto. Ar exista căldură internă care însă, datorită efectului izolator al straturilor exterioare, s-ar scurge foarte lent spre suprafaţă, asemenea căldurii interioare a Pămîntului, care topeşte zăpezile din regiunile polare şi îndulceşte temperaturile terestre. □

Bineînţeles că pc Pămînt există scurgeri locale ide temperatură de o intensitate considerabilă, care produc izvoare termale, gheizere şi chiar vulcani. Ne putem imagina asemenea fenomene şi pe protoşfele de dimensiunile Pămîntului. Ar mai putea exista şi energie provenită din fulgerele din timpul furtunilor. Pare totuşi îndoielnic că asemenea surse sporadice de energie ar fi suficiente pentru a produce şi întreţine viaţa. Şi încă ceva, s-ar putea ca o lume lipsită dc sursa majoră de lumină reprezentată de o stea apropiată să nu fie adecvată dezvoltării inteligenţei. (Voi reveni asupra acestui aspect.)

Protosteaua'de dimensiunile Pămîntului ar putea avea în compoziţie o cantitate mult mai mare de substanţe volatile decît Pămîntul, întrucît nu ar fi existat nici o stea fierbinte în apropiere care să ridice temperatura spaţiului înconjurător, făcînd astfel imposibilă reţinerea substanţelor volatile. De aceea, reluînd exemplul lui Ganimede şi Calisto, ne putem imagina o lume acoperită de un ocean, probabil de apă, păstrat în stare lichidă de căldura internă,, dar învelit de o crustă groasă de gheaţă.

Protostelele mai mici decît Pămîntul ar avea mai puţină căldură internă şi ar fi, probabil, şi mai îngheţate, ar avea mai puţine surse sporadice de energie, ar avea oceane interne mal mici sau chiar" deloc.

Dacă un corp ceresc este destul de mic pentru a nu prea putea atrage substanţele volatile care ar exista chiar în absenţa unei stele apropiate la temperaturile

scăzute caracteristice acestei situaţii, el ar fi un corp asterpidal compus din roci sau metal sau din amîndouă.

Ce putem spune însă despre protostelele mai mari decît Pămîntul .şi care ar avea rezerve mai mari şi mai intense de căldură internă ? Un astfel de corp ceresc mai mare ar trebui să semene cu Jupiter. O protostea mare ar fi compusă mai cu seamă din materie volatilă, în special hidrogen şi heliu, iar intensitatea căldurii interne ar face întreaga planejtă să fie lichidă.Căldura circulă mult mai uşor prin convecţie în lichide d<xît prin conducţie lentă prin solide. Ne putem aştepta Iu temperaturi înalte la suprafaţa unei astfel de protostele muri. sau în imediata ei apropiere, temperaturi care se put menţine ridicate miliarde de ani. în orice caz, pe o «scmenea protostea mare ne putem aştepta cel mult la o Vinjă inteligentă de tipul delfinilor, şi nu la o civilizaţie tehnologică.

.Pe scurt, formarea protostelelor s-ar asemăna cu formarea corpurilor cereşti din sistemul solar exterior şi nu fir putem aştepta să găsim pe protostele ceva în plus faţă (le aceste corpuri cereşti.

Pentru o civilizaţie tehnologică e nevoie de o planetă «olidă, atît cu oceane cît şi cu continente, în aşa fel îneît viaţa să se poată dezvolta în oceane pentru a ocupa apoi continentele. Pentru formarea unei asemenea lumi e nevoie ile o stea apropiată care să ofere suficientă căldură pentru li alunga cea mai mare parte a materiei volatile, dar nu po toată. Steaua apropiată ar furniza şi energia necesară Im mării şi întreţinerii vieţii într-un ritm intens şi continuu.

În acest caz, trebuie să ne concentrăm atenţia asupra »li (clor. Pe acestea cel puţin le putem vedea. Ştim că ele există, şi nu e nevoie doar să presupunem probabilitatea existenţei lor, aşa cum facem în cazul protostelelor.

Calea Lactee

Dacă considerăm stelele ca surse dc energie în apropieri a cărora putem găsi viaţă şi inteligenţă, ba chiar civilizaţii tehnologice, prima impresie trebuie să fie încurajatoare, fiindcă se pare că există o mulţime de stele. I)e iiivea, dacă nu găsim viaţă într-un loc, s-ar putea să găsim în altă parte. Stelele păreau să fie nenumărate pentru primii observatori ai cerului, mai puţin experimentaţi. Astfel, n<- spune Biblia, atunci cînd Domnul a vrut să-l asigure pe patriarhul Abraham

că, deşi nu are copil, vă fi strămoşul multor popoare, i s-a adresat cu următoarele cuvinte : ,,Şi l-a scos din cort şi i-a. zis : «Ia uită-te la cer şi numără fctelcle, dacă poţi să le numeri !»■ Şi a mai zis : «Atît de inulţi vor fi urmaşii tăi !»“ (Cartea Facerii, cap. 15, 5).

Numai că, dacă Domnul îi promitea lui Abraham că, în * vh din urmă, va avea tot atîţia urmaşi cîte stele poate vedea pe cer. el nu promitea chiar atît de mult cît s putea crede.

Stelele au fost numărate de generaţiile următoare di astronomi, care nu s-au lăsat impresionaţi de cuvîntu „nenumărate*[1]. S-a stabilit că numărul stelelor care pot f văzute cu ochiul liber (presupunînd o vedere excelentă este, în total, cam de 6 000.

în orice moment, jumătate dintre stele se află sub linii orizontului, iar altele, deşi se află deasupra liniei orizontului, sînt atît de aproape de ea, îneît dispar datorită ab-< sorbţiei luminii într-un strat deosebit de gros de aer, fiq el şi foarte curat. în concluzie, chiar într-o noapte seninăJ fără lună, o persoană cu vedere excelentă, aflată departe de orice sursă de lumină artificială, nu poate vedea mal mult de 2 000 de stele dintr-o dată. ţ

în vremea cînd filozofii credeau că toate lumile sînl locuite şi declarau sus şi tare acest lucru, natura stelelon părea să nu fie exact înţeleasă de vreun filozof. 1

Poate că prima declaraţie clară legată de imaginea modernă a naturii corpurilor cereşti este cea făcută de Nicholas din Cusa (1401—-1464), cardinal al bisericii, care avea idei deosebit de îndrăzneţe pentru epoca sa. El credea că spaţiul este infinit şi că nu există un centru ai Universului. Socotea că totul este în mişcare, inclusiv Pămîntul. El mai credea că stelele sînt sori îndepărtaţi^ că sînt înconjurate de planete, ca şi Soarele, şi că aceste planete sînt locuite.

Interesant, numai că noi, oamenii moderni, sîntem mai puţin convinşi de existenţa lumilor locuite şi nu acceptăm fără rezerve ideea că există pretutindeni viaţă. Ştim că există lumi moarte şi mai ştim că alte lumi, care poate că nu sînt moarte, nu sînt locuite de organisme mai complicate decît bacteriile. De ce n-ar exista atunci stele în jurul cărora să nu se rotească decît lumi moarte ? Sau stele în jurul cărora să nu se rotească nici o lume ? □

Dacă s-ar dovedi că lumile locuite pot exista doar în

jurul unui număr mic de stele (aşa cum viaţa pare să existe doar pe un număr mic de lumi în sistemul solar), devine importantă necesitatea determinării existenţei altor stele decît cele pe care le putem vedea şi apoi a numărului lor. La urma urmei, cu cît e mai mare numărul stelelor, cu atît mai mare e şansa existenţei a numeroase forme de viaţă în spaţiu, chiar dacă şansele unei singure stele în această privinţă sînt modeste.

Ar fi natural să credem că nu există decît stele care pul fi văzute. Numai, că unele stele sînt atît de palide;, incit nici cea mai bună vedere nu le poate distinge cu uşurinţă. Nu ar fi oare normal să presupunem că există ;Lele a căror lumină es-te şi mai slabă şi care nu pot fi văzute nici de cea mai pătrunzătoare privire ?

Se pare că nu le-a venit multora această idee. Poate ii exista ideea nemărturisită că Dumnezeu nu ar fi putut rrea ceva invizibil, fiindcă la ce ar fi folosit un asemenea nbiect ? Credinţa că tot ce e pe cer se află acolo fiindcă ji influenţează pe oameni (baza credinţelor astrologice) părea să vină împotriva existenţei corpurilor invizibile.

Matematicianul englez Thomas Djgges (1543—1595) a îmbrăţişat vederi asemănătoare cu cele ale lui Nicholas din Cusa şi în 1575 a afirmat nu numai că spaţiu} este infinit, ci şi că un număr infinit de stele populează acest npaţiu. Filozoful italian Giordano Bruno (1548—1C00) a susţinut aceleaşi idei, dar într-un mod atît de nediplomatic şi de polemic, îneît în cele din urmă a fost ars pe rug la Roma, fiind condamnat pentru erezie.

Discuţia s-a sfîrşit în anul 1609 mulţumită lui Galilei şi telescopului său. Cînd Galilei şi-a îndreptat telescopul spre cer, a observat imediat că se pot vedea mai multe stele cu ajutorul instrumentului său decît fără acesta. în i>rice direcţie ar fi privit, el vedea stele care nu pot fi văzute altfel.

’ Fără telescop se văd şase stele într-o mică constelaţie numită Pleiadele. Existau legende legate de o a şaptea stea care pălise şi devenise invizibilă. De îndată ce a privit prin telescop, Galjlei nu numai că a văzut cu uşurinţă cea de-a şaptea stea, dar a descoperit şi alte 30 de stele.

, Mai importantă însă a fost observarea prin telescop a Căii Lactee.

Calea Lactee seamănă cu o ceaţă palidă şi luminoasă care pare că înconjoară cerul. în unele mituri, ea este reprezentată ca o punte care leagă cerul de Pămînt.

Pentru vechii greci, ea era laptele care ţîşnea din sînul divin al zeiţei Hera. Exista şi un mod mai realist de a privi Calea Lactee, înainte de inventarea, telescopulujL drept o centură amorfă de materie stelară.

Cînd Galilei a privit însă Calea Lactee, el a văzut că aceasta e compusă dintr-o puzderie de stele foarte palide. Pentru prima oară oamenii deveneau conştienţi de numă-
rul imens al stelelor'. Dacă Dumnezeu i-ar fi dat lui Abrall ham darul vederii telescopice, asigurarea privind numărul! urmaşilor ar fi fost într-adevăr impresionantă. I]

Calea Lactee contrazice prin simpla-i existenţă ideii lui Diggeş privind un număr infinit de stele răspîndit uniform în spaţiul infinit. Dacă ar fi aşa, atunci telescop; ar trebui să găsească acelaşi număr de stele în orice diret ţie ar„ fi îndreptat. S-a văzut însă nu numai că stelele n sînt egal distribuite în toate direcţiile, ci că formează i) conglomerat cu o formă bine definită. Savantul britani Tbomas Wright (1711—1736) a fost primul care a susţinu această opinie. El a afirmat în 1750 că sistemul stela poate avea o formă asemănătoare cu cea a unei moncd; sistemul solar afiîndu-se în apropierea centrului. Dac privim de ,,sus“ „moneda”, vedem relativ puţine steţ pînă dăm de partea cealaltă, dincolo de care nu mai sîn stele. Dacă privim însă în planul axei orizontale a „mone dei*‘ în orice direcţie, marginea se află atît de departe îneît stelele foarte numeroase şi foarte îndepărtate ajunj să arate ca o ceaţă lăptoasă.

Calea Lactee era deci rezultatul privirii în planul axe orizontale a sistemului stelar. în toate celelalte direcţii marginea sistemului se află relativ aproape.

întregul sistem stelar poate fi numit Calea Lactee dar de obicei ne întoarcem la numele folosit în Grecia antică, *galaxias kyklos (cercul de lapte).* De aceea sistej inului stelar este Galaxie. 1

Galaxia

Forma Galaxiei ar fi determinată mai exact dacă an putea număra stelele vizibile în diferitele părţi ale cerului încercînd apoi să reconstituim forma care ar corespunde cifrelor determinate. William Herschel şi-a asumat această sarcină în 1784'.

Să numeri toate stelele de pe cer era, fără îndoială, o

idee greu de pus în aplicare. Dar Herschel şi-a dat seama că ar fi mulţumitoare studierea unor mostre de cer. A ales 683 de zone, împrăştiate pe tot cerul, şi a numărat stelele pe care le vedea prin telescop în fiecare zonă. A observat că numărul de stele pe unitate de suprafaţă a cerului creşte constant la apropierea de Calea Lactee, este maxim în planul Căii Lactee şi minim în direcţia perpendicularei pe acest plan.

După numărul de stele pe care le putea vedea în diferite direcţii, Herschel s-a simţit îndreptăţit să aprecieze cu nproximaţie numărul total de stele clin Galaxie. El a holărît că aceasta conţine 300 000 000 de stele, de 50 000 <le ori mai multe decît pot fi văzute cu ochiul liber. .Mai mult decît atît, el a holărît, că Galaxia are unul dintre diametru de 5 ori mai lung decît celălalt.

Herschel susţinea că diametrul lung al Galaxiei este egal cu de 800 de ori distanţa dintre Soare şi Sirius, o stea strălucitoare. Pe vremea aceea, distanţa nu era cunoscută, dar acum ştim că ea reprezintă 8,63 ani-lumină •- anul-lumină fiind distanţa parcursă de lumină într-un Hll. [10] -

Herschel a ajuns la concluzia că Galaxia are o formă ovoidală, cu axa lungă de 7 000 de ani-lumină şi axa scurtă de 1 300 de ani-lumină. Întrucît strălucirea Căii Lactee pare să fie mai mult sau mai puţin uniformă în toate direcţiile, s-a crezut că Soarele se află în centrul sau în apropierea centrului Galaxiei.

Cu mai bine de un secol mai tîrziu, operaţiunea a fost reluată de astronomul olandez Jacobus Cornelius Kapteyn (1851—1922). Sarcina lui era simplificată de faptul că avea la dispoziţie tehnica fotografiei. Şi el a ajuns la concluzia că Galaxia este un ovoid, cu Soarele în apropierea centrului. El atribuia însă Galaxiei dimensiuni mult mai mari dşcît cele avansate de Herschel.

în 1906, el a apreciat mărimea diametrului lung al Galaxiei ca fiind de 23 000 de ani-lumină, iar pe cea a diametrului scurt la 6 000 de ani-lumină. în 1920, el a mărit dimensiunile la 55 000 şi respectiv 11 000. în faza finală, Galaxia ajunsese să aibă un volum de 520 de ori Uiai mare decît cel calculat de Herschel.

10 întrucît lumina are o viteză de 299 792 km/sec, un an-lumină este lung de 9 460 000 000 000 Iun. Distanţa pînă la Sirius este deci de 02 de bilioane de kilometri. E mai simplu să folosim anii- luminâ.

Chiar în timp ce Kapteyn îşi termina harta Galaxiei, gîndirea astronomică suferea o transformare spectaculoasă.

Se descoperise că în interiorul Căii Lactee există o inulţime de nori de praf şi gaze (precum cel aflat la originea sistemului nostru solar şi poate şi a altora) şi că aceşti nori ne întunecă vederea. Din cauza lor, nu putem vedea decît zona din Galaxie în care ne aflăm, şi în această
zonă sîntem în centru. Dincolo de nori, ar putea să existe totuşi imense regiuni stelare pe care nu le putem vedea.[1] într-adevăr, odată cu punerea la punct a unor noi metode de apreciere a distanţei la care se află îngrămă-j dirile stelare îndepărtate, s-a dovedit că Soarele nostru? nu este nici în centrul, şi nici aproape de centrul GalaxieiJ ci undeva pe la periferia ei. Cel dintîi astronom care a] demonstrat justeţea acestei opinii a fost Hariow Shapley^ care a adus, în 1918, dovezi convingătoare în sprijinu^ afirmaţiei că centrul Galaxiei s-ar afla la mare distanţă^ în direcţia constelaţiei Săgetătorului, zonă în care Caleaj Lactee este deosebit de densă şi de strălucitoare. Adevăra-j tul centru era însă ascuns de nori de praf, ca şi regiunile din apropierea centrului.]

începînd din 1920, ideile lui Shapley au fost cerce-i tate şi confirmate, iar în 1930, dimensiunile Galaxiei au fost stabilite prin eforturile astronomului american de» origine elveţiană Robert Julius Trumpler (1886—1956)J

Galaxia seamănă mai de grabă cu o lentilă decît ctţ un ou. Ea este mai groasă în centru şi se subţiază treptat) spre margini. Are un diametru de 100 000 de ani-lumină, iar Soarele se află la 27 000 de ani-lumină faţă de centru, cam la jumătatea distanţei dintre centru şi margine.

Grosimea Galaxiei este cam de 16 000 de ani-lumină, în centru şi cam de 3 000 de ani-lumină în dreptul Soarelui. Soarele se găseşte cam la jumătatea distanţei dintre partea de sus şi cea de jos a Galaxiei, şi de aceea Calea; Lactee pare să împartă cerul în două jumătăţi egale.

Ştim acum că volumul Galaxiei este de patru ori mai' mare decît cea mai optimistă apreciere a lui Kapteyn.

într-un fel, Galaxia seamănă cu un imens sistem solar, în centru, jucînd rolul Soarelui, se găseşte un „nucleu galactic" de formă sferică, cu un dimetru de 16 000 de ani-lumină. Acesta reprezintă doar o mică parte a volumului total al Galaxiei, dar conţine majoritatea

stelelor.' în jurul său sînt foarte multe stele situate pe orbite care ocolesc nucleul galactic la fel cum planetele înconjoară Soarele.

Astronomul olandez Jan Henrick Oort (n. 1900) a demonstrat în 1925 că Soarele se mişcă pe o orbită aproximativ circulară în jurul nucleului galactic, cu o viteză de aproximativ 250 km/sec. Această viteză este de circa 8,4 ori mai mare decît viteza de mişcare a Pămîntului în jurul Soarelui. Soarele şi întregul sistem solar efectuează o revoluţie în jurul nucleului galactic o dată la 200 000 000 de ani, astfel că, în decursul existenţei sale, Soarele a efectuat cam 25 de circuite în jurul nucleului galactic. Din viteza deplasării Soarelui în jurul nucleului galactic putem calcula atracţia gravitaţională exercitată asupra sa. Folosind această, dată şi distanţa de la Soare la centrul Galaxiei, putem calcula masa nucleului galactic şi,, cu aproximaţie, pe cea a întregii Galaxii.

Masa Galaxiei este cu siguranţă de 100 de miliarde ţic ori mai mare decît a Soarelui nostru, şi unele calcule Îi atribuie valori de 200 de miliarde de ori masa Soarelui.

Am putea adopta o valoare arbitrară, doar de dragul de a avea un număr la care să ne referim, alegînd un punct dintre extreme şi spunînd (cu rezerva unor modificări posibile odată cu acumularea de date mai exacte) că masa Galaxiei este de 160 de miliarde de ori masa Soarelui.

Masa Galaxiei este împărţită între trei clase de obiecte cosmice. Ele sînt : 1. stelele ; 2. corpurile planetare neluminoase ; 3. norii de praf şi de gaze.

Deşi corpurile planetare neluminoase ar putea fi mult mai numeroase decît stelele, fiecare dintre ele este atît de mic în comparaţie cu o stea, îneît totalul maselor planetare trebuie să fie comparativ mic. Şi deşi norii de praf şi de gaze ocupă volume enorme, ei sînt atît de rarefiaţi, îneît masa totală a norilor trebuie să fie comparativ mică.

Puţern fi siguri că aproape întueaga masă a Galaxiei este reprezentată de stele. Deşi propriul nostru sistem «olar, de exemplu, conţine doar un singur Soare şi nenumărate planete, sateliţi, asteroizi, comete, meteoriţi şi particule de praf cosmic, care se rotesc în jurul său, acest unic Soare conţine cam 99,86% din masa totală a sistemului solar.

Stelele din Galaxie ar putea să nu reprezinte o parte nlît de mare a masei totale, dar putem presupune fără prea mari riscuri că ele constituie 94% din masa Galaxiei, în acest caz, masa stelelor din Galaxie este egală cu de 150 de miliarde de ori masa Soarelui.

Putem oare transforma masa stelelor în *numărul* stelelor ?

Depinde de cît de reprezentativă este masa Soarelui tn raport cu masa obişnuită a stelelor.

Soarele este un obiect cosmic uriaş în comparaţie ci Pămîntul şi chiar cu Jupiter. Are un diametru de 1 392 00 km, dc 110 ori mai mare decit diametrul Pămîntului. An o masă de 2 milioane de miliarde de miliarde dc kilo grame, de 324 000 de ori masa PărnîntulUi. Cu toate acesl tea, nu este o stea remarcabilă.

Există stele de 70 dc ori mai masive decît Soarele şi ci o strălucire dc un miliard de ori mai intensă. Există alti stele a căror masă este de 20 do ori mai mică decît î Soarelui' (deci doar de. 50 de ori mai mare decît masa lu Jupiter) şi a căror lumină abia licăreşte, de un miliard de ori mai slabă decît cea a Soarelui. 1

în mare, se poate spune că Soarele este o stea mijloj cie, aflată la fel de departe dc extremele de gigantism şi strălucire situate la un capăt al scalei stelare, ca şi da dimensiunile pitice şi paloarea situate la celălalt capăl al scalei. j

Dacă distribuţia stelelor ar fi uniformă de-a lungu^ unei scale a maselor şi dacă Soarele ar fi, într-adevăr, d stea mijlocie, am putea presupune că există 150 de mili^ arde dc stele în Galaxie. ,

Numai că există mult mai multe stele mici decît steit mari, astfel că putem aprecia masa unei stele medii cam Îs jumătate din masa Soarelui. (Există stele mici în cari materia este foarte comprimată şi foarte densă, dar masţ lor nu este de obicei prea mare, astfel îneît ele nu afec-ţ teză media.) j

Dacă masa totală a* stelelor din Galaxie este dc 150 dt^ miliarde de ori masa' Soarelui şi dacă masa unei stelq mijlocii este de 0.5 ori masa Soarelui înseamnă eă există} aproximativ 300 de miliarde de stei© în Galaxie. Aceasta înseamnă că pentru fiecare stea pe care o vedem pe cer, şi ea membru al Galaxiei, mai sînt încă 50 de milioang de alte stele în Galaxie pe care nu le putem vedea eu ochiul liber.

Asta e tot ? Există în Univers doar 300 de miliarde dd stele ? Cu alte cuvinte, nu există decît o Galaxie ?

Să studiem cele două pete luminoase de pe cer cârd pai- să fie regiuni izolate ale Căii Lactee şi care sînt situate într-o zonă a cerului sudic, invizibilă pentru obser- Vatorii din regiunea temperată a emisferei nordice. Ele lui fost descrise pentru prima oară în anul 1521 de către cronicarul care însoţea expediţia lui Magelan pornită să înconjure globul terestru — de aici le vine şi numele de Marele şi Micul Nor al lui Magelan.

Primul lor studiu detaliat a fost realizat de John Hernchel, care a folosit în 1834 observatorul astronomic situat la Capul Bunei Speranţe (e vorba de expediţia care a •ervit drept pretext „farsei lunare*'). Ca şi Calea Lactee, Norii lui Magelan s-au dovedit a fi compuşi dintr-un mare număr- de stele cu o strălucire foarte slabă, datorită distantei.

în primul deceniu al secol uliii al XX-lea, Henrietta Swan Leavitt (1868—1921) a studiat unele stele variabile din Norii lui Magelan. în 1912, aceste stele variabile (numite „ccfcide", fiindcă au fost descoperite pentru prima loara în constelaţia Cefeu) au făcut posibilă măsurarea unor [1] distanţe care nu puteau fi calculate în alt mod.

Marele Nor al lui Magelan s-a dovedit a fi situat la o distanţă de 170 000 de ani-lumină, iar Micul Nor al lui Magelan la 200 000 de ani-lumină. Ambii se află cu mult hi afara Galaxiei. Fiecare dintre ei este o galaxie.

Nu sînt prea mări. Marele Nor al lui Magelan conţine rum 10 miliarde de stele, iar Micul Nor al lui Magelan cam 12 miliarde. Galaxia noastră (pe care o numim Galaxia ÎCăii Lactee, pentru a o deosebi de celelalte) este de 25 itlo ori mai mare decît cei doi Nori ai lui Magelan luaţi lin un loc. Putem coiîsidera Norii lui Magelan drept galaxii satelite ale Căii Lactee.

Să fie asta tot ?

S-au născut bănuieli în legătură cu o pată difuză, palidă, ceţoasă, de materie din constelaţia Andromeda, o pată palidă de lumină numită Nebuloasa din Andromeda. Nici cele mai. perfecţionate telescoape nu o puteau face tu apară ca un conglomerat de stele slabe ca luminozitate. Drept care, ea a fost considerată ca fiind un nor strălucitor de praf şi de gaze.

Mai erau cunoscuţi asemenea nori strălucitori, care nu străluceau însă de la sine. Străluceau fiindcă conţineau Mele. în Nebuloasa din Andromeda nu pot fi văzute sau, mai exact, nu puteau fi văzute stele izolate. Numai că analiza altor nebuloase a arătat că lumina lor este cu totul diferită de ceti a stelelor, pe cînd lumina Nebuloasei din Andromeda era identică cu lumina stelelor.S-ar fi putut deci întîmplă ca Nebuloasa din Androj meda să fie un conglomerat de stele aflat la o distanţi chiar mai mare decît cea la care se găsesc Norii lui Mage[1] lan, astfel îneît stelele nu puteau fi individualizate.

Cînd Thomas Wright a sugerat, în anul 1750, că stelei! se adună în discuri plate, el a lansat şi ideea că mai exişti şi alte asemenea discuri stelare, situate la mare distantă de noi. Ideea a fost preluată de filozoful german Imma- nuel Kant (1724—1304) în anul 1755. Kant vorbea despre „Universuri insulare[41].

Ideea nu a avut succes. Pe vremea cînd Laplace şi-a expus teoria formării sistemului solar dintr-un nor de praf şi de gaze în rotaţie, el a citat Nebuloasa din Andro- meda ca exemplu de nor care se roteşte şi se contract^ lent pentru a forma un soare şi planetele aferente. Din acest motiv, teoria sa a căpătat numele de ipoteză a Nebu-j loasei. z I

Pe la începutul secolului al XX-lea însă, vechile idei ale lui Wright şi Kant au început să cîştige teren. Se vedeau din cînd în cînd stele din Nebuloasa din Andromeda, stele care erau, evident, „novae", adică stele care cîştigau dintr-odată în strălucire cîteva ordine de magnitudine, după care păleau din nou. Păreau să fie stele ale Nebuloasei din Andromeda, prea palide pentru a putea fi observate în mod obişnuit din cauza depărtării la care se aflau, dar care, ajungînd pentru scurtă vreme la q strălucire violentă, explozivă, deveheau destul de luminoase pentru a putea fi vizibile. |

Există asemenea ,,novae“ care apar, din cînd în cînd, printre stelele Galaxiei noastre ; comparîndu-le strălucii rea aparentă cu strălucirea unor „novae“ foarte palide din Nebuloasa din Andromeda, putea fi calculată cu aproximaţie distanţa pînă la Andromeda.

Prin 1917, lucrurile erau lămurite. Fusese instalat pe muntele Wilson, la nord-est de Pasadena, California, un nou telescop cu o oglindă de 2,5 m în diametru. Era cel mai mare şi cel mai perfecţionat telescop al epocii. Folo-

sindu--l, astronomul american Edwin Powell Hubble (1889—1953) a reuşit să vadă marginile Nebuloasei din Andromeda transformîndu-se în mulţimi de stele foarte palide.

Din acel moment s-a vorbit despre „Galaxia din Andro- meda“.Folosind cele mai moderne metode de determinare a Jistanţei, s-a dovedit că Galaxia din Andromeda se află u 2 200 000 de ani-lumină depărtare, de 11 ori mai departe jecît Norii lui Magelan. Nu e de mirare că nu se vedeau bielele. Galaxia din Andromeda nu este tocmai mică. Ea pure să fie de două ori mai mare decît Calea Lactee şi bă conţină cam 600 de miliarde de stele.

f Galaxia Căii Lactee, Galaxia din Andromeda şi cei noi Nori ai lui Magelan sînt legate gravitaţional. Ele formează o „îngrămădire de galaxii" numită Grupul Local, tare numără împreună vreo 20 de membri. Unul dintre ei, Maffei I, este situat la 3 200 000 de ani-lumină şi are dimensiuni aproape egale cu Calea Lactee. Ceilalţi sînt leprezentaţi de galaxii mici, unele conţinînd chiar mai puţin de un milion de stele..

F S-ar putea să existe peste 1,5 bilioane de stele în trupul Local, dar nu este cazul să ne oprim aici.

Dincolo de Grupul Local, mai există alte galaxii, unele Izolate, altele în grupuri mici, altele în imense îngrămădiri cu mii de membri. Cu ajutorul telescoapelor moderne pot fi detectate pînă la un miliard de galaxii, aflate la distanţe de pînă la un miliard ae ani-lumină.

Nici asta nu e totul. Avem toate motivele să credem că, folosind instrumente suficient de perfecţionate, putem efectua observaţii pînă la distanţe de 12 miliarde de ani-lu- tnină înainte de a atinge o limită absolută dincolo de care observaţiile devin imposibile. Ar putea deci exista peste o sută de miliarde de galaxii în Universul observabil.

Aşa cum Soarele'este o stea de mărime mijlocie, Cal'ea Lactee este o galaxie de mărime mijlocie. Există galaxii cu mase de 100 de ori mai mari decît masa Căii Lactee şi galaxii minuscule a căror masă reprezintă doar a suta mia parte din masa Căii Lactee.

Ca de obicei, obiectele mici aparţinînd unei clase anume există în număr mult mai mare decît obiectele mari. Astfel că putem spune că numărul stelelor dintr-o galaxie de dimensiuni medii, cam de mărimea Marelui Nor al lui Magelan, este de 10 miliarde.

Asta înseamnă că în Universul observabil se găsesc cel puţin 1 000 000 000 000 000 000 000 (un miliard de bilioane) de stele.

Această cifră ne face să fim aproape siguri că există inteligenţă extraterestră. La urma urmei, existenţa intelif genţei nu are o probabilitate egală cu zero fiindcă existăcj «oi. Şi dacă ar fi un fenomen cu o probabilitate apropiati de zero, simpla apreciere a unei probabilităţi apropiati de zero pentru un număr de un miliard de bilioane da stele ne poate da certitudinea existenţei inteligenţei şţ chiar *a* civilizaţiei tehnologice, undeva, în acest număr| imens.

Dacă probabilitatea existenţei unei civilizaţii tehnologice ar fi de 1 la un miliard de stele, aceasta ar însemna' că în întregul Univers ar exista cel puţin un bilion dc-| asemenea diferite civilizaţii.

' Să vedem acum dacă putem transforma aprecierile în cifre reale sau cel puţin în cifre plauzibile.

Să ne ocupăm, în primul rînd, de propria noastră Galaxie. Dacă există civilizaţii extraterestre în Univers, cele din propria noastră Galaxie ne interesează în mod special întrucît sînt mult mai aproape de noi decît celelalte. Cifrele la care ajungem, şi care ne interesează în ceea^ce priveşte Galaxia noastră, pot fi cu uşurinţă transformate în cifre semnificative pentru celelalte galaxii.

Dacă începem cu o cifră referitoare la Galaxia noastră şi o împărţim la 30, vom obţine cifra analoagă pentru «.galaxie mijlocie. Dacă pornim de-la o cifră referitoare ia Galaxia noastră şi o înmulţim cu 3,3 miliarde, obţinem cifra analoagă valabilă pentru întregul Univers.

Să începşm deci cu o cifră pe care am mai pomenit-o :

1) Numărul de stele din Galaxia noastră => 300 000 000 000.

Capitolul 6
SISTEME PLANETARE

Ipoteza nebuloasei

Existenţa stelelor, oricît de multe ar fi ele, nu garantează existenţa civilizaţiilor şi nici măcar a vieţii, dacă nu uvem *decît* stele. Stelele pun la dispoziţie energia necesară, dar viaţa nu se poate dezvolta decît la o temperatură compatibilă cu supravieţuirea compuşilor organici complecşi care reprezintă fundamentul ei.

Asta înseamnă că trebuie să existe o planetă în vecinătatea stelei. Pe acea planetă, încălzită şi alimentată cu «nergie de către stea, am putea/găsi viaţă.

De aceea nu ne ocupăm de stele, ci de sisteme planetare, dintre care propriul nostru sistem solar este singurul exemplu pe care îl cunoaştem cu siguranţă şi în detaliu.

Din păcate, în afară de Soare, nu putem studia vecinătatea vreunei alte stele suficient ele detaliat pentru a putea fi în stare să detectăm direct prezenţa unoi' planete.[11]

Să considerăm oare această afirmaţie ca pe o dovadă a propriului eşec, ca pe o imposibilitate de a trage concluzii asupra inteligenţei extraterestre ?

Nu neapărat. Dacă reconstituim procesul formării propriului nostru sistem solar, ajungem şi la unele concluzii privind probabilitatea formării altor sisteme planetare.

Prima teorie legată de formarea sistemului solar considerată ca ispititoare de mulţi astronomi a fost ipoteza nebuloasei, lansată de Laplace, pe care am mai menţio-

11 Avem dovezi vagi şi indirecte privind existenţa acestora. Vom reveni asupra acestui subiect

nat-o. (De fapt, o ipoteză asemănătoare a fost formulată de Kant în 1755, cu jumătate de secol înaintea lui Laplace.)

Dacă Soarele s-a format din condensarea unui nor de praf şi de gaze aflat în rotaţie (şi se văd mulţi astfel de nori, atît în Galaxia noastră, cît şi în altele), putem presupune că şi alte stele s-au format în acelaşi mo.d. întrucît Soarele nostru poate fi reprezentat în timpul condensării într-o rotaţie din ce în ce mai rapidă, însoţită de pierderea unor inele de materie din regiunea ecuatorială — inel după inel —, ceea ce *a* dus la formarea planetelor, şi alte stele s-ar fi putut comporta identic în timpul formării lor, ' ;

în acest caz, fiecare stea ar avea un sistem planetar propriu. '

Nu putem însă ajunge la această concluzie bazîndune pe ipoteza nebuloasei decît dacă teoria formării planetelor ar rezista unei investigaţii detaliate, ceea ce nu se întîmplă.

în 1857, Maxwell (care avea să formuleze teoria cinetic^ a gazelor) s-a ocupat de modul de formare al inelelor lui Saturn. El a afirmat că dacă inelele ar fi structuri solide (aşa cum păreau a fi, văzute prin telescop), ele ar fi distruse de atracţia gravitaţională a lui Saturn. Părea deci că inelele trebuie să fie compuse dintr-un număr foarte mare de particule relativ mici, destul de apropiate pentru a avea aspect de solid atunci cînd sînt privite de la mare depărtare. •

(Analiza matematică a lui Maxwell s-a dovedit aplicabilă inelului de praf şi de gaze, pierdut probabil de nebuloasă în timpul contracţiei ei, care a dus la condensarea Soarelui. Dacă matematica lui Maxwell ar fi fost corectă, era greu de înţeles modul în care un astfel de inel s-ar fi condensat, formînd o planetă. în eel mai bun caz, ar fi format ocentură de asteroizi. [1]

S-a mai ridicat o obiecţie serioasă legată de problema momentului unghiular, măsura tendinţei de rotaţie a unui corp izolat sau a unui sistem de corpuri.

Momentul unghiular depinde de doi factori : viteza fiecărei particule de materie, care, fie se roteşte în jurul unei axe, fie execută o mişcare de revoluţie în jurul unui alt corp, sau efectuează ambele acţiuni, şi distanţa dintre fiecare particulă de materie şi centrul mişcării de rotaţie sau revoluţie. Momentul unghiular total al unui corp izolat nu poate varia cantitativ, indiferent de schimbările care se petrec în sistem. Numim acest fapt, legea conservării momentului unghiular (sau cinetic). în conformitate cu această lege, viteza de rotaţie creşte pentru a compensa micşorarea distanţei, şi viceversa?

în patinajul artistic,'principiul este demonstrat în cazul în care patinatorul sau patinatoarea încep o piruetă cu braţele întinse şi apoi le aduc lîngă corp. în cazul acestei condensări, ca să zicem aşa, a corpului uman, viteza de rotaţie creşte imediat, pentru a scădea din nou, tot imediat, în cazul întinderii braţelor.

Atunci cînd nebuloasa aflată în rotaţie pierde un inel de materie, acest inel de materie nu poate reprezenta decît o foarte mică parte din nebuloasă. (Ceea ce este evident, întrucît inelul se condensează într-o planetă cu mult mai mică decît Soarele.) Fiecare fragment de materie din lnc-l are un moment unghiular mult mai mare decît vreo particulă de materie din corpul nebuloasei, întrucît inelul se desprinde la nivelul centurii ecuatoriale, unde atît viteza de rotaţie cît şi distanţa în raport cu axa de rotaţie sînt maxime. Cu toate acestea, momentul unghiular *total* al inelului reprezintă doar o fracţiune infimă a momentului unghiular total al testului imensei nebuloase.

Ne-am putea aştepta deci ca Soarele de azi, chiar după ce a pierdut materia necesară formării tuturor planetelor, să reţină o bună parte din momentul unghidlar al nebuloasei originare. Ritmul rotaţiei sale trebuie să se fi accelerat atît de mult în timpul condensării, îneît viteza actuală de rotaţie în jurul propriei axe ar trebui să fie fulminantă.

Ei bine, nu-i aşa. Un punct aflat pe ecuatorul Soarelui are nevoie de nu mai puţin de 26 de zile pentru a efectua o rotaţie completă în jurul axei Soarelui. Punctele aflate la nord sau la sud de ecuator au nevoie de şi mai multă vreme. Asta înseamnă că Soarele nu a păstrat decît foarte puţin din momentul unghiular.

Soarele conţine de fapt 93,8% din masa totală a sistemului solar, tlar numai 2% din momentul unghiular al sistemului. Tot restul momentului unghiular este

conţinut în diferitele corpuri cereşti mai mici care se rotesc în jurul propriilor axe şi în jurul Soarelui.

Peste 60% din momentul unghiular al sistemului nostru planetar îi aparţin lui Jupiter şi alte 25% lui Saturn. Aceste două planete, a căror masă reprezintă doar 1/800 din masa Soarelui, au un moment unghiular de 40 de ori mai mare decît acesta.

Dacă toate lumile în rotaţie aflate în sistemul solar şi-ar termina spirala în Soare, oîcrindu-i acestuia şi momentul lor unghiular (aşa cum ar trebui s-o facă conform legii conservării momentului unghiular), Soarele şi-ar efectua rotaţia în jurul propriei sale axe în doar jumătate de zi.

Se parc că nu există nici un mod de concentrare a momentului unghiular în minusculele inele care se desprind şi apoi se despart de regiunea ecuatorială a nebuloasei aflate în rotaţie. în clipa în care problema momentului unghiular era înţeleasă în ultimele decenii ale secolului al XiX-lea, ipoteza nebuloasei primea lovitura de graţie

Ciocniri stelare

În căutarea unei explicaţii a originii sistemului solar care să concorde cu distribuţia specifică a momentului cinetic unghiular, astronomii s-au îndepărtat treptat dc teoriile evolutive ale procesului formării planetelor — e vorba de teoriile care postulează schimbări lente, dar inexorabile. Ei s-au oricnlat spre teoriile catastrofice conform cărora planetele se formează printr-o schimbare violentă, care nu este o parte inevitabilă a procesului, ci una neaşteptată.

în asemenea teorii, nebuloasa originară aflată în rotaţie se condensează uniform pentru a deveni Soare, fără a se forma planete. Evoluînd în spaţiu în strălucirea-i solitară, Soarele este implicat într-o catastrofă care duce formarea planetelor şi *le transferă* momentul unghiular.

Prima teorie catastrofică a fost lansată în 1745, cu 10 ani înainte ca filozoful Kant să fi avansat propria-i versiune a ipotezei nebuloaseiEa îi aparţine naturalistului francez Georges Louis Leclerc de Buffon (1707—1788).

Buffon sugera că planetele, inclusiv Pământul, s-au format în urmă cu aproximativ 75 000 de ani, ca re-

zultat al ciocnirii dintre Soare şi un alt corp ceresc dv

[1] Orice explicaţie a formării sistemului solar bazată pe faple naturale n-ar fi putut apărea cu mult mai devreme. Intensitatea convingerilor creaţioniste (adică formarea Universului în conformitate eu descrierea din primul capitol al Cărţii Facerii) era atît do mare pe atunci, îneît oricine devia de la ele se expunea unor mari pericole.

(
Mii dimensiuni, pe care el îl numea cometă. (Pe vremea II rea, natura cometelor nu era încă cunoscută, se ştia iiuii- că ele se apropie foarte mult de Şoare.) Viaţa, creilt'ii el, apăruse la 35 000 de ani după formarea Pămîn-Hilui. Aceste idei veneau în conflict cu credinţa că Dumnezeu crease atît Pămîntul, cît şi viaţa, în urmă cu ceva urni puţin de 6 000 de ani.

Ideile lui Buffon, nu prea detaliat formulate, au tre**nd** pe planul doi odată cu creşterea popularităţii ipotezei I oubuloasei. După 1880, atunci cînd ipoteza nebuloasei a început să fie pusă la îndoială în legătură cu momentul nii/'hiular, noţiunea de catastrofă a fost repusă în ilii-pturi.

Astronomul englez Alexander William Bickerton | lB12—1929) susţinea că Soarele a trecut relativ aproape **di** o altă stea. Influenţa lor gravitaţională reciprocă a desprins din ele un curent de. materie care s-a îndepărtai. Pupă despărţirea celoi' două stele, influenţa lor gravitaţională a atras din nou curentul de materie, modificîndu-j ■ uiacteristicile dinamice şi asigurîpdu-i un moment unghiular intens în raport cu obiectele astronomice împlinite. Din curenţii de materie smulşi de această ciocnire fldată s-au format planetele. Două stele solitare cran li l pe ce să se ciocnească ; au rezultat două stele cu sisteme planetare. Era o imagine dramatică.

în acea perioadă, după 1880, fuseseră observate multe galaxii, cu ajutorul telescoapelor, şi rpulte dintre aceste galaxii erau compuse dintr-un nucleu strălucitor, în jurul Căruia se aflau structuri în spirală. Prima observaţie de uecst fel a fost efectuată în anul 1845 de astronomul irlandez William Parsons, conte de Rosse (1800—1867). Nu se ştia pe atunci că aceste „nebuloase în spirală" lini uriaşe aglomerări de stele aflate la mare depărtare, asemănătoare cu propria noastră Galaxie. Se credea că Mint mici formaţiuni din interiorul Galaxiei noastre, iar Bickerton era convins că ele reprezintă

sisteme planetare Jn perioada formării lor, braţele spiralei fiind curenţii de materie smulşi din Soarele central şi carp se curbează |>entru a-şi începe mişcările do revoluţie.

 Teoria formării sistemelor planetare în urma unor catastrofe, a unor cataclisme cosmice, a fost destul de răs-**f** undită printre astronomi în următorii 50 de ani. James lopwood Jeans (1877—1947) susţinea că din Soare s-a desprins un curent de materie de forma unei ţigări de foi şi că Jupiter şi Saturn s-au format din partea cea mi groasă a curentului, de unde şi mărimea lor. Jeans <i un excelent autor de ştiinţă popularizată şi a reuşit impresioneze publicul larg cu propria-i teorie privind foi marea sistemului solar, mai mult decît oricare altul.

O analiză atentă a teoriei cataclismelor ridica mar probleme. Puteau oare curenţii de materie ieşiţi din Soar să se întindă destul de departe pentru a da naştere pla netelor exterioare ? Putea oare influenţa gravitaţională i altei stele să transfere planetelor un moment cinetic uni ghiular destul de intens ?

Ca urmare, astronomii au încercat rînd pe rînd sl transforme teoria pentru a o face mai plauzibilă. UnU au sugerat chiar o ciocnire, un contact în locul unei simpli întîlniri, Astronomul american Henry Norris Russcll (1877—1947) susţinea chiar că Soarele a făcut parte din sistemul unei stele duble, planetele născîndu-se din cealaltă stea, al cărei moment unghiular îl posedă.

Cu toate dificultăţile, teoriile catastrofice au domnit pînă prin 1930, fapt care prezintă un interes crucial în legătură cu teza inteligenţei extraterestre.

Dacă ipoteza nebuloasei, sau oricare altă teorie evocativă a formării sistemului .solar, ar fi corectă, aceasta înseamnă că formarea planetelor face parte din dezvolta ei normală a unei stele şi că există, în principiu, tot atiti sisteme planetare cîte stele sînt. în acest caz, şansele d? existenţă ale inteligenţei extraterestre ar fi fost foavt" mari.

Pe de altă parte, teoriile catastrofice consideră formarea planetelor ca pe un accident, şi nu ca pe un fapt inevitabil, care depindea de un soi de viol cosmic, de învl nirea întîmplătoare a două stele.

Numai că stelele sînt atît de departe una de alta şi se mişcă atît de încet în raport cu distanţa care le separă, îneît şansele unei ciocniri sau ale unei întîlniri apropiate sînt extrem de mici. în toată existenţa ei, o stea precum

Soarele are doar o şansă din cinci miliarde să se apropie mult de o altă stea. în întreaga existenţă a Galaxiei s-au produs cel mult 15 asemenea întîlniri apropiate în afara nucleului galactic.

Dacă vreuna din formele teoriei cataclismelor ar corespunde realităţii, ar însemna că există foarte puţine sisteme planetare în Galaxie, iar şansa vreuneia din'"e

stea de a adăposti o civilizaţie (face excepţie, desigur, lostru) ar fi cît se poate de redusă.

Din fericire însă pentru şansele inteligenţelor extraestre, teoriile catastrofice s-au dovedit a fi tot mai şufde odată cu trecerea timpului.

Cu toate modificările introduse, nu se putea găsi o ex- :aţie rezonabilă pentru mărimea momentului cinetic ţhiulai' al planetelor. Orice mecanism imaginat în tastă privinţă le-ar fi putut da planetelor viteze sufi- nt de mari pentru a le face să evadeze din sistemul ar.

Mai apoi, în anii ’20, astronomul englez Arthur Stanr Eddington (1882—1944) a calculat temperatura în-'nă a Soarelui (şi a stelelor, în general). Imensul cîmp Bvitaţional al Soarelui tinde să comprime materia, să o ragă spre interior, şi totuşi Soarele este în întregime zos şi are o densitate de patru ori mai mică decît a iniîntului. De ce nu se condensează el pentru a ajunge densităţi mult mai mari, sub inexorabilul efect al avitaţiei ? >

Pentru Eddington, numai efectul de dilatare produs > căldura internă ar fi putut contracara contracţia gratajională. Eddington a calculat temperaturile necesare hilibrului dintre atracţia gravitaţională şi expansiunea rmică şi a demonstrat convingător că temperaturile din .iezul Soarelui ajung la milioane de grade.

.Dacă, deci, în urma unei ciocniri sau a unei întâlniri

ar fi desprins din Soare, sau dintr-o stea, mari cantităţi e materie, acea materie s-ar afla la temperaturi mult mai dicate decît se credea. Materia ar fi atît de fierbinte, mnea în 1939 astronomul american Lyman Spitzer Jr. a. 1914), îneît nu s-ar putea în nici un caz condensa i planete. Ea s-ar evapora şi ar dispărea.

Din nou despre ipoteza nebuloasei

> La -începutul anilor ’40, ipoteza nebuloasei murise de iult, iar teoria ^cataclismelor tocmai fusese ucisă, ceea e stârnea sentimente de anxietate, convingerea că nici **I** teorie nu va putea explica existenţa sistemului solar. e părea că avea să se ajungă la soluţia disperată a creinţei în intervenţia divină pentru a forma sistemul solar, iu la convingerea că acesta, pur şi simplu, nu există.

În 1944 însă astronomul german Cari Friedrich voljl Weizsăcker (n. 1912) s-a -întors la o formă a ipotezei nebuloasei în care a introdus o serie de rafinamente devenite posibile prin acumularea de cunoştinţe petrecută hn secolul şi jumătate care îl separa de Laplace h 1

în conformitate cu noua versiune, Soarele nu s-d contractat pierzînd inele de gaze. în schimb, s-a contractai nebuloasa originară, care a pierdut în timpul contracţiei gaze şi praf. În acest amestec de gaze şi praf au apărui turbulenţe — un soi de vîrtejuri uriaşe.

în zonele de întîlnire a vîrtejurilor, particulele dd materie se ciocneau formînd particule mai mari. Chiarţ la marginile nebuloasei originare, acest proces de foM mare a particulelor a dus la apariţia unei uriaşe centuri de mici corpuri cereşti îngheţate, care, din cînd în cînd, îşi modifică orbitele sub influenţa atracţiei gravitaţionale stelelor apropiate şi pătrund în sistemul solar interior. Eid ne apar sub formă de comete [12] [13] [14].

12 O teorie similară a fost lansată simultan şi independent de către astronomul sovietic Otto lulievici Schmtdt (1891—1956), al

13cărui sat natal se află la doar 130 km de locul unde mam născut eu.

14 Existenţa unei astfel de centuri îndepărtate de comete a fost postulată pentru prima oară în 1963 de către astronomul american Fred Lawrence Whipple (n. 1906), mult după ce Weizsăcker îşi lansase teoria. Mult mai tîrziu. Oort a adus unele date suplimentaro şi a plasat această centură la mare depărtare de Soare, poate chiar Ia doi ani-lumină.

Mai aproape de Soare, acolo unde norii de gaze şl de praf sînt mai denşi şi mai masivi, se formează corpuri cereşti mai mari — planetele.

Nu a fost uşor de explicat mecanismul exact al apariţiei planetelor din turbulenţă. Astronomi, precum Kuyper, şi chimişti, precum americanul Harold Clayton Urey (n. 1893), au îmbunătăţit teoriile lui Weizsäcker şi au sugerat mecanisme care permiteau, în aparenţă, o cunoaştere satisfăcătoare a planetelor.

Mai rămînea însă de rezolvat problema momentului unghiular. De ce se roteşte Soarele atît de încet îneît momentul unghiular aparţine aproape în întregime planetelor ? Ce a încetinit Soarele ?

Laplace a înţeles foarte bine mecanismele gravitaţiei, cel mai bine dintre contemporanii săi, şi am putea spune că de atunci el nu a fost depăşit decît de puţine ori. Numai că pe vremea lui Laplace nu erau încă înţelese cîm- purile electromagnetice ale stelelor şi planetelor. Astrb- ■prii ştiu acum mult mai multe lucruri în legătură cu ■sie cîmpuri, care pot fi luate în consideraţie în orice ■criere a originii sistemului solar.

K Astronomul suedez Hannes Olof Gosta Alfven 11908) a realizat o descriere detaliată a modului în care Iftrele pierdea materie la începutul existenţei sale (aşa kn se întîmplă astăzi cu vîntul solar) şi cum această ■terie cîştiga moment unghiular sub influenţa cîmpului bctromagnetic al Soarelui. Acest cîmp electromagnetic [transferat momentul cinetic unghiular de la Soare la Bteria aflată în afara Soarelui, făcînd astfel posibilă ■incidenţa între distanţa planetelor faţă de Soare şi Mi'imea momentului lor unghiular.

F Astăzi, la o treime de secol după revenirea ipotezei ■buloasei, astronomii o acceptă cu multă încredere, îm- reună cu consecinţele ei.

în noua versiune a ipotezei nebuloasei, planetele exprioare nu sînt mai vechi decît planetele, interioare ; bate planetele, împreună cu Soarele., au aceeaşi vîrstă.

Mai mult decît atît, dacă Soarele şi planetele s-au brmat din aceleaşi vîrtejuri de praf şi de gaze, toate dez- oltîndu-se în cadrul aceluiaşi proces, atunci devine foarte robabil ca orice stea precum Soarele (şi poate chiar rice fel de stea) să se dezvolte în acest mod. Ar trebui, i acest caz, să existe foarte multe

sisteme planetare în nivcrs, poate chiar tot atîtea sisteme planetare cîte ;ele sînt.

I Stele în rotaţie

■ Putem oare controla în vreun fel sugestia universalilăţii sistemelor planetare ? Teoriile sînt bune şi frumoase, Bar dacă putem aduna dovezi palpabile, oricît de vagi ar
■**1** ele, cu atît mai bine.

Să presupunem că sîntem în posesia unor dovezi pripind raritatea sistemelor planetare. Atunci ar trebui să Considerăm greşită teoria formării sistemelor planetare emisă de Weizsăcker sau. cel puţin, să o considerăm pasibilă de serioase modificări. Poate că o stea s-a format tn singuratica ei strălucire şi a trecut mai apoi printr-un alt nor de praf şi de gaze (în spaţiu există o mulţime de astfel de nori) şi a colectai gravitaţional o parte a norului, în acest caz,'turbulenţele din cel de-al doilea nor ar fi putut forma în cele din urmă planetele, care ar fi ir» tinere decît Soarele, poate chiar mult mai tinere.

Aceasta ar însemna să ne întoarcem la o formă teoriilor catastrofice, deşi trecerea Soarelui printr-un no; de gaze nu este nici pe departe un eveniment la fel d violeht precum ciocnirea sau întîlnirea apropiată a dou stele. Ar fi totuşi un eveniment accidental, care n-ar ave ca rezultat decît existenţa unui număr mic de sisteme pla netare.

Pe de altă parte, dacă s-ar dovedi cu siguranţă c foarte multe stele sînt înconjurate de planete, nu ne-ar putea aştepta ca acest fenomen să se petreacă la modu cataclismic. Ar trebui să fie corectă o versiune a ipoteza nebuloasei, implicînd formarea obligatorie sau aproap obligatorie a unei planete în apropierea unei stele.

Numai că, din păcate, nu prea putem vedea dacă stelei sînt înconjurate de planete. Chiar la distanta la care s ală cea mai apropiată stea (Alpha Centauri, care se gă seşte la 4,3 ani-lumină de noi), nu există posibilitatea d a vedea o planetă cît Jupiter, sau chiar mai mare. O ase menea planetă ar fi prea mică pentru ca noi să puten vedea cum reflectă lumina propriei stele. Chiar dacă s-a inventa un telescop care ar putea depista acea palid sclipire de lumină reflectată, apropierea luminii mult nu intense a stelei ar face imposibilă această tentativă.

Trebuie deci să renunţăm pe moment la încercarea d a vedea direct planetele şi şă facem apel la metod indirecte.

Să ne referim la Soarele nostru, stea care are, cu sigu ranţă, un sistem planetar. Soarele este remarcabil datoiiţ faptuldi că se roteşte extrem de lent în jurul axei sal< nu de alta, dar 98% din momentul unghiular al sistemuh rezidă în masa nesemnificativă a planetelor sale.

Dacă momentul unghiular ar trece de. la Soare la pla

nete (indiferent de mecanism) în timpul formării plane telor, am avea atunci dreptul să presupunem că momentU unghiular trece întotdeauna de la stea la planetele aces teia. Deci, dacă o stea are un sistem planetar, ne puten aştepta ca rotaţia sa în jurul propriei axe să fie relali' lentă ; dacă nu are, ne putem aştepta ca e.a să se rotcasc relativ rapid.

Dar cum să măsurăm ritmul de rotaţie al unei steli care, chiar văzută prin cele mai perfecţionate telescoape apare doar ca un punct luminos ?

De fapt, putem afla foarte multe din lumina stelei, chiar dacă steaua însăşi nu este decît un punct luminos. Lumina stelei este un amestec de radiaţii luminoase cu lungimi de undă diferite. Gama lungimilor de undă ale luminii se întinde de la undele scurte ale luminii violete pină la undele lungi ale luminii roşii, formînd ceea ce se numeşte un „spectru".

Instrumentul cu ajutorul căruia este produs spectrul ne numeşte „spectroscop".

Spectrul a fost demonstrat în cazul luminii solare de către Isaac Newton în anul 1665. Fizicianul german Joseph von Fraunhofer (1787—1826) a arătat în anul 1814 că spectrul solar este întrerupt de numeroase linii întunecate cave s-au dovedit ulterior a fi lungimi de undă absente. Erau lungimile de undă ale luminii care fuseseră absorbite de atomii din atmosfera Soarelui înainte de a ajunge pe Pămînt. în anul 1859 fizicianul german Gustav Robert Kirhchoff (1824—1887) a arătat că liniile întunecate din spectru sînt „amprentele" diferitelor elemente, întrucît ftlomii fiecărui element emit sau absorb lungimi de undă pe care nu le emit şi nu le absorb atomii nici unui alt clement. Spectroscopia putea fi folosită nu numai pentru a analiza mineralele de pe Pămînt, ci şi pentru a descifra structura chimică a Soarelui.

Arta spectroscopiei a atins rafinamentul de a putea transforma lumina stelelor, mult mai slabă decît lumina Soarelui, în spectre.

Se puteau afla multe din liniile întunecate prezente În spectrele stelare. Dacă, de exemplu, liniile întunecate din spectrul unei stele sînt uşor deplasate spre roşu, asta înseamnă că steaua se îndepărtează de noi cu o viteză care poate fi calculată în raport cu mărimea deplasării. Dacă liniile întunecate sînt deplasate spre capătul violet al spectrului, steaua se apropie de noi.

Semnificaţia acestor „deplasări spre roşu" sau

„depla- cări spre violet" a fost clarificată de cercetările efectuate asupra undelor sonore în anul 1842 de către fizicianul austriac Christian Johann Doppler (1803—1853) şi aplicate apoi undelor luminoase în anul 1848 de către fizicianul francez. Armand Hippolyte Louis Fizeau (1819—1896).

Să presupunem acum că o stea se roteşte şi că ea este astfel situată în spaţiu, înеît nici unul dintre polii ei nu c«te îndreptat spre noi, ci că fiecare dintre poli se află cumva în apropierea marginilor stelei, aşa cum o vedem noi. în acest caz, pc o parte a stelei aflate între poli, su prafaţa se apropie de noi, în timp ce suprafaţa opusă s îndepărtează de noi. Lumina venind dintr-o parte deviaz uşor liniile întunecate din spectru spre violet, în timp ci lumina venind din cealaltă parte deviază uşor liniile spr roşu. Liniile întunecate, deplasîndu-se în ambele direcţii ne apar mai late decît de obicei. Cu cît steaua se roteşti mai repede, cu atît sînt mai late liniile întunecate clii spectrul ei.

Ideea a fost sugerată pentru prima oară în anul 187' de astronomul englez William de Wiveleslie Abney (1843— 1920) ; descoperirea liniilor late produse de rotaţie î aparţine astronomului american Frank Schlesinger (1871— 1943), care a realizat-o în anul 1909. Dar abia după J92(studiul rotaţiei stelelor a început să cîştige teren, mai ct seamă prin activitatea astronomului american de origini rusă Otto Struve (1897—1983).

S-a observat, într-adevăr/că unele stele se rotesc lent Un punct de pe ecuatorul Soarelui se deplasează doar ci 2 km/sec în timpul cît Soarele îşi eyecută rotaţia lentii în jurul axei sale ; multe alte stele au o viteză ecuatoriali de rotaţie identică sau doar cu puţin mai mare. Pc d« altă parte, unele stele execută piruete atît de rapide îr jurul axei lor, înеît ating viteze ecuatoriale între 250 ş 500 km/sec..

Am putea fi ispitiţi să presupunem că stelele cu rotaţie lentă au planete cărora le-au cedat momentul unghiular, în timp ce stelele cu rotaţie rapidă nu au planetf şj şi-au păstrat în întregime, sau aproape în întregime^ momentul unghiular iniţial. |

Mai aflăm însă şi alte lucruri folosind metodele men-J ţionate. Atunci cînd au fost studiate pentru prima oară' spectrele stelare, a dăvenit clar faptul că unele stole au un spectru asemănător cu cel al Soarelui, spre deosebire de altele. Spectrele stelare sînt atît de diferite

unele de altele, îneît, încă în 1867, Secchi (astronomul care l-a an ti-, cipat pe Schiaparelli în privinţa descoperirii canalelor marţiene) a sugerat clasificarea acestor spectre.

Ceea ce s-a şi întîmplat, astfel îneît, în cele din urmă, diversele tentative de a eticheta clasele spectrale s-au încheiat prin alcătuirea unei liste compuse din literele O, B, A, F, G, K, M, în care O reprezintă cele mai masive, mai fierbinţi şi mai strălucitoare stele cunoscute, urmate de clasa B, apoi de clasa A, şi aşa mai departe pînă la clasa M, care cuprinde stelele cele mai mici, cele mai reci şi cele mai palide. Soarele nostru aparţine clasei spectrale G, ocupînd astfel o poziţie pe la mijlocul listei.

Studiul din ce în ce mai detaliat al spoctrelor stelare a dus la împărţirea fiecărei clase spectrale în zece sub-clase : BO, Bl, ...B9 ; AO, Al, ...A9 etc. Soarele nostru aparţine clasei spectrale G2.

Colaboratorul lui Struve, astronomul american Chris- tian Thomaş Elvey (n. 1899) a observat în anul 1931 că, cu cit o stea este mai masivă, cu atît sînt mai mari şansele ei de a face parte din cele care se rotesc repede. Stelele din clasele spectrale O, B şi A, împreună cu stelele F mai mari, de la FO la F2, sînt, în marca lor majoritate, stele cu rotaţie rapidă.

Stelele din clasele spectrale F2->-F9, G, K şi M sînt aproape fără excepţie stele cu rotaţie lentă.

Vedem deci că jumătate din clasele spectrale fac parte din categoria repede-rotitoarelor şi jumătate din cea â încet-rotitoarelor, ceea ce nu se traduce însă printr-o împărţire egală a numărului total de stele. Există mult mai multe stele mici decît stele mari, astfel îneît există cu mult mai multe stele din clasa spectrală G, sau mai mici, decît stele din clasa spectrală F, sau mai mari. De fapt, numai 7% din numărul total al stelelor este cuprins în clasele spectrale de la O la F2.

Cu alte cuvinte, doar 7% dintre stele se rotesc rapid, în timp ce 93% dintre stele se rotesc lent. Aceasta ne-ar putea face să credem că cel puţin 93% dintre stele au sisteme planetare.

Nici măcar nu putem elimina liniştiţi stelele care se rotesc rapid, aflate în procent de 7%. Ele cuprind uncie stele deosebit de masive, al căror moment unghiular iniţial pare să fie cu mult mai mare decît cel al stelelor mai mici. Asta ar însemna că le-ar fi putut rărnîne destul moment unghiular pentru o rotaţie rapidă chiar

după ce ar fi cedat o parte a acestuia planetelor lor.

Pierderea de moment unghiular în favoarea planetelor cere timp şi, aşa cum vom vedea, stelele cu adevărat masive sîiit toate stole tinere. Poate că nu au avut încă destul timp la dispoziţie pentru a-şi transfera momentul cinetic unghiular.

Ţinînd scama de da Lele legate do rotaţia-stei olor$_3$ putem trage liniştiţi concluzia cu cel puţin 93% — dacă nu chiar 100% — dintre stele au sisteme planetare.

Stele în oscilaţie

Pînă aici toate bune şi frumoase, însă trebuie să recunoaştem că stelele se pot roti repede sau încet din motive care nu au nici o legătură cu planetele. Unele stele se pot forma din nori care au avut un moment unghiular iniţial mai maţ-e sau mai mic.

Trebuie deci să căutăm şi alte dovezi ?

Trebuie, dacă ne gîndim că, atunci cînd două corpuri se atrag gravitaţional, atracţia este reciprocă. Soarele îl atrage pe Jupiter, dar şi Jupiter atrage Soarele.

Dacă două corpuri care se atrag gravitaţional reciproc ar avea mase perfect egale, nici unul, la drept vorbind, nu s-ar roti în jurul celuilalt. Contribuind egal la interacţiunea gravitaţională, ele s-ar roti în jurul unui punct aflat exact la jumătatea' distanţei dintre ele. Acest punct în jurul căruia s-ar roti se numeşte „centru de gravitaţie".

Dacă masele celor două corpuri ar fi diferite, corpul mai masiv ar fi mai puţin afectat de atracţie şi s-ar mişca mai puţin. Dacă corpul mai masiv are o masă de două ori mai mare decît cel mai puţin masiv, centrul de gravitaţie ar fi de două ori mai aproape de centrul corpului mai masiv decît de centrul corpului mai puţin masiv. Să ne gîndim la Pămînt şi la Lună. Se spune despre Lună că se roteşte în jurul Pămîntului, dar ea nu se roteşte în jurul centrului Pămîntului. Atît ea, cît şi Pămîntul se rotesc în jurul unui centru de gravitaţie aflat întotdeauna între centrul Pămîntului şi cel al Lunii.

Pămîntul este de 81 de ori mai masiv decît Luna, astfel îneît centrul de gravitaţie trebuie să fie de 81 de ori mai aproape de centrul Pămîntului decît de cel al Lunii. Centrul de gravitaţie al Sistemului Pămînt-Lună se află la 4 750 km de centrul Pămîntului. El se află la 348 750 km de centrul Lunii, de 81 de ori mai departe.

Centrul de gravitaţie al sistemului Pămînt-Lună se găseşte la 1 600 km sub suprafaţa terestră. în aceste

condiţii, putem spune foarte bine că Luna se roteşte în jurul Pămîntului; la urma urmei, ea se roteşte în jurul unui punct aflat în interiorul Pămîntului.

Centrul Pămîntului efectuează şi el un mic cerc în jurul acestui centru de gravitaţie o dată la 27 1/3 zile. Dacă Luna nu ar exista, Pămîntul ar descrie un drum, perfect uniform în jurul Soarelui. Datorită prezenţei Lunii, Pămîntul îşi ondulează traiectoria în jurul Soarelui o dată la 27 1/3 zile — 12 asemenea ondulaţi! şi încă ceva constituie profilul unei revoluţii complete. Oscilaţia Pămîntului ar putea, teoretic vorbind, să fie măsurată din spaţiul cosmic, şi s-ar putea astfel deduce prezenţa Lupii, poate chiar distanţa pînă la ea şi dimensiunile ei, dacă, din cine ştie ce motive, ea nu ar putea fi văzută.

Lucrurile sînt valabile şi în cazul lui Jupiter, şi al Soarelui. Soarele este de 1‘ 050 ori mai masiv decît Jupiter, astfel că sistemul de gravitaţie al sistemului Soare-Jupiter ar trebui să fie de 1 050 de pri mai aproape de centrul Soarelui decît cel al lui Jupiter. Cunoscînd distanţa dintre rele două centre, aflăm că centrul de gravitaţie este situat la 745 000 km de-centrul Soarelui. Asta înseamnă că centrul de gravitaţie se găseşte la 45 000 km în afara suprafeţei Soarelui.

Centrul Soarelui înconjoară acest centru de gravitaţie o dată la 12 ani. Pe traiectoria sa impecabilă în jurul centrului Galaxiei, Soarele oscilează uşor, trecînd cînd într-o parte, cînd într-alta a liniei traiectoriei. Dacă nu ar exista decît Soarele şi Jupiter, un observator situat într-un punct în spaţiu destul de îndepărtat pentru a nu îl putea vedea direct pe Jupiter ar deduce prezenţa lui Jupiter după oscilaţiile Soarelui.

Să nu uităm însă că Soarele mai are şi alte trei planete mari : Saturn, Uranus şi Neptun, fiecare avînd un centru comun de gravitaţie cu Soarele, deşi nici unul nu e atît de departe de centrul Soarelui precum cel al lui Jupiter. Din aceste motive, oscilaţia Soarelui se complică vizibil şi devine mult mai greu de interpretat.

Poate însă că pentru un observator aflat pe una din cele mai apropiate stele oscilaţia Soarelui ar fi prea mică pentru a putea fi măsurată exact sau pur şi simplu detectată.

Ce se poate face ? Am putea oare privi o altă stea, observa o oscilaţie în traiectoria *ei* şi deduce astfel că *acea* stea are o planetă sau mai multe planete ?

în anumite cazuri, da, fără îndoială, nu de alta, dar

asta s-a făcut pentru prima oară tocmai în 1844.

în acel an, astronomul german Friedrich Wilhelm Bessel (1784—1846) a remarcat o oscilaţie a mişcării unei stele strălucitoare, Sirius. Din această oscilaţie, a dedus prezenţa unui însoţitor nevăzut, cu o masă de 2/5 din cea a lui Sirius.

Or, acum ştim că Sirius este de 2,5 ori mai masiv decîti Soarele/ Asta înseamnă că însoţitorul său trebuie să aibă o masă aproximativ egală cu masa Soarelui. Deci nu este **o** planetă, ci o stea în toată puterea cuvîntului, palidă şi greu de văzut, pentru că, întîmplător, este foarte compactă

O stea însoţitoare este însă relativ uşor de găsit, în Comparaţie cu o planetă însoţitoare. O planetă are o masă atît de mică în comparaţie cu steaua în jurul căreia se roteşte, îneît centrul de gravitaţie dintre ea şi stea eşte mult mai aproape de centrul stelei. în consecinţă, oscilaţia stelei este foarte ţnică.

Putem oare măsura o asemenea oscilaţie ?

Desigur, dar numai în condiţii optime.

în primul rînd, steaua trebuie să se găsească cît mai aproape de noi cu putinţă. Astfel îneît oscilaţia să fie aparent cît mai mare.

în al doilea rînd, steaua trebuie să fie mică, în orice caz mar mică decît Soarele nostru, astfel îneît masa ei-să nu joace un rol total predominant.

în al treilea rînd, steaua trebuie să aibă o planetăj mare, cel puţin la fel de mare ca Jupiter, astfel îneît masa planetară să fie destul de mare pentru a îndepărta centrul de gravitaţie suficient de mult în raport cu steaua pe care o înconjoară, obligînd steaua să oscileze relativ intens.

Aceste trei cerinţe referitoare la o stea mică şi apropiată, care să aibă şi o planetă mare, ne limitează drastic posibilităţile. Dacă şansele formării planetelor sînt reduse,' ar înserhna să cerem prea multe coincidenţe, vrînd să găsim un sistem planetar în jurul unei stele mici apropiate şi în acest sistem planetar să mai nimerim şi peste o planetă cel puţin la fel dc mare ca Jupiter.

Pe de altă parte, dacă explorăm stelele mici apropiate şi *reuşim* să găsim dovezi legate dc existenţa planetelor, măcar în jurul uneia dintre stele, putem, fără a face efortul de a accepta o coincidenţă improbabilă, să considerăm sistemele planetare drept foarte obişnuite, poate chiar universale. .

Sub conducerea astronomului american de origine olandeză Peter Van De Kamp (n. 1901) s-a încercat, la

Aceste stele masive, dar mici şi foarte dense, şi altele cu aceleaşi calităţi nu ne interesează în această carte. Vom face doar atu- «ic U. ele.colegiul Swarthmore. să se determine prezenţa sau absenţa unor asemenea oscilaţii ale traiectoriilor stelare.

Unul dintre colaboratorii lui Van De Kamp. Kaj Aage Gunnar Ştrand (n. 1907), a detectat o uşoară oscilaţie în mişcarea uneia dintre stelele sistemului stelar dublu (11 Cygni şi a dedus prezenţa unui corp ceresc însoţitor care se roteşte în jurul acestui sistem, un corp mult prea rnic ca masă pentru a putea fi stea, dar destul de masiv pentru a putea fi o planetă mare, de 8 ori mai masivă decît Jupiter. Descoperirea a fost anunţată în 1943.

De atunci a fost descoperită o oscilaţie similară în cazul stelei Barnard, o stea mică aflată la doar 6 ani-lumină depărtare. în cazul ei, oscilaţia ar putea indica prezenţa a două planete, una la fel de masivă ca Jupiter, cu o perioadă orbitală de 11,5 ani, şi alta, la fel de masivă ca Saturn, cu o perioadă orbitală de 20 sau 25 de ani. Alte stele apropiate, precum Ross 614 şi Lalande 21185, par să prezinte şi ele asemenea oscilaţii care indică prezenţa unor planete.

Pe scurt, am descoperit nu una, ci vreo şase stele mici apropiate, care ar putea să aibă planete mari. Ţinînd seama de condiţiile în care se lucrează (şi trebuie să recunoaştem că observaţiile sînt efectuate la limita vizibilităţii, astfel îneît nu toţi astronomii sînt dispuşi să accepte concluziile fără serioase rezerve), s-ar părea că putem ajunge la concluzia că sistemele planetare sînt foarte obişnuite şi că cel puţin toate stelele care se rotesc lent au sisteme planetare. □

Să fim deci conservatori şi să limităm prezenţa sistemelor planetare doar în cazul stelelor care se rotesc lent şi care reprezintă 93% din totalul stelelor.

Ajungem astfel la o a doua cifră :

) Numărul de sisteme planetare din Galaxia noastră — 280 000 000 000.

Capitolul 7
STELE PRECUM SOARELE

Stele uriaşe

Dacă ne luăm după concluziile trase în capitolul precedent, există un număr enorm de sisteme planetare în Galaxia noastră, ceea ce nu înseamnă *însă* că viaţa mişună peste tot.

Diverse stele pot fi diferit adecvate rolului de incubator al vieţii pe planetele lor, de aceea trebuie să studiem această posibilitate şi să determinăm (dacă putem) care aînt stelele adecvate şi cît de multe ar putea fi ele.

în cazul în care condiţiile impuse stelei adecvate sînt prea multe şi prea complexe, s-ar putea întîmplă să nu existe, practic, stele adecvate, şi toate sistemele planetare ar putea foarte bine să nu existe, cel puţin din punctul de vedere al inteligenţei extraterestre.

Un asemenea pesimism extrem este însă inutil, fiindcă plecăm de la două afirmaţii dintre care una este absolut sigură. ;

Afirmaţia sigură este că Soarele nostru este adecvat rolului de incubator al vieţii, deci există posibilitatea ca o stea să fie adecvată. A doua afirmaţie, ceva mai puţin sigură, dar atît de apropiată de certitudine îneît nici un astronom nu se îndoieşte de ea, este că Soarele nu este o stea cu totul neobişnuită. Dacă Soarele este adecvat, tot aşa pot fi şi multe alte stele.

Sa începem prin a întreba care este diferenţa dintre stele.

Cea mai evidentă diferenţă, observată de îndată ce ochi curioşi şi-au îndreptat privirea spre cerul nopţii, este cea legată de strălucirea stelelor.Bineînţeles că diferenţa <Je strălucire s-ar putea datora În întregime diferenţelor de distanţă. Dacă toate stelele •ir fi la fel de strălucitoare atunci cînd sînt văzute de la o anumită distanţă (dacă ar avea, cu alte cuvinte, c „luminozitate" egală), cele mai apropiate de noi ar fi în realitate mai strălucitoare decît cele aflate mai departe.

De îndată ce au fost calculate distanţele pînă la stele (primul care a rezolvat această problemă a fost Bessel, În 1838, cel care, 6 ani mai tîrziu, avea să descopere steaua «■re îl însoţeşte pe Sirius), s-a dovedit că strălucirea aparentă nu se datorează în întregime diferenţei de distanţă : unele stele sînt pur şi simplu mai luminoase decît altele.

De asemenea, unele stele sînt mai masive decît altele, iar masa şi luminozitatea merg mină în mînă. Eddington >i arătat, după 1920, că o stea mai masivă *trebuie* să fie mai luminoasă. O stea mai masivă are un cîmp gravitaţional mai intens şi, pentru a evita propriul colaps, ternii, râturi mai ridicate în centru. O temperatură centrală i. i ii ridicată produce mai multă energie, pe care steaua o cncă în toate direcţiile, suprafaţa ei fiind mai fierbinte . mai luminoasă

Mai mult decît atît, luminozitatea creşte mult mai icpede decît masa. Dacă steaua A este de două ori mai inasivă decît steaua B, atunci steaua A are o tendinţă mai marcată de a se prăbuşi în ea însăşi de colaps, întrucît iire un cîmp gravitaţional mai intens. Pentru a rezista timpului gravitaţional mai intens al stelei A, centrul acestei stele trebuie să fie mult mai fierbinte, suficient de herbinte pentru a face steaua A să fie de 10 ori mai luminoasă decît steaua B.

Cele mai masive stele cunoscute au o masă de 70 de ■ •: i mai mare decît masa Soarelui, dar sînt de 6 milioane li- ori mai luminoase. Pe de altă parte, o stea cu o masă de .loar 1/16 din masa Soarelui (de 65 de ori masa lui Jupiter) •u' putea fi destul de masivă numai pentru a emite o lumină roşie ştearsă, de un milion de ori mai slabă decît cea a Soarelui.

Ce s-ar întîmpla pe o planetă care ar înconjura o stea ■1 luată la una din aceste extreme ?

[1] O stea foarte masivă poate radia o bună parte din energia <■1 în domeniul invizibil al ultravioletului, ceea ce ar face-o să I' irâ mult mai puţin luminoasă (pentru ochiul omenesc) decît ne-am h^mpta.Să ne închipuim, de exemplu, că Pământul se roteştd în jurul unei stele de 70 de ori mai masivă decît Soarelei

Dacă Pământul s-ar roti în jurul acestei stele uriaşe la aceeaşi distanţă la care evoluează în. jurul Soarelui, steaua ne-ar apărea pe cer de 40 de ori mai mare decît ne apare Soarele şi, ne-ar oferi de 6 000 000 de ori mai multă călj dură şi lumină, Pământul ar fi o sferă de rocă încinsă la roşu.]

Ne putem însă imagina cu uşurinţă că fiecare stea este înconjurată, la o anumită distanţă, de un fol de înveliş invizibil în interiorul căruia o planetă se poate roii,; fiind încălzită de steaua în jurul căreia se roteşte, la temperaturi confortabile din punct de vedere terestru. Pentru o stea foarte mare, învelişul sau „ecosfera“ [15] s-ar găsi mult mai departe decît în cazul unei stele mici. Pentru o stea uriaşă, de 70 de ori mai mare decît Soarele, ecosfcra s-ar găsi la o distanţă de sute de miliarde de kilometri de stea.

Să presupunem însă că Pământul ar înconjura steaua uriaşă la o distanţă de 366 de miliarde de kilometri. Această distanţă ar fi de 2 450 de ori mai mare decît distanţa de la Pământ lu Soare şi de 62 de ori mai mare decît distanţa dc la. Pluto la Soare. La o asemenea distanţă, Păminţul ar avea nevoie de 14 500 ani pentru a efectua o revoluţie în jurul stelei.

De la această magnifică distanţă steaua uriaşă ar părea foarte mică, atît de mică îneît nu i s-ar vedea discul, ci ar străluci ca o stea, dar nu ca stelele pe care le vedem. Ea ar fi extraordinar de strălucitoare, fiindcă temperatura ei ar fi cu mult mai ridicată decît a Soarelui (nu mai puţin de 50 000 de grade Celsius în comparaţie cu doar 6 000 de grade Celsius), astfel îneît, cu toată depărtarea pînă la steaua uriaşă şi cu toată aparenţa ei minusculă, ea ne-ar asigura la fel de multă lumină şi căldură pe acea planetă îndepărtată precum Soarele pe Pământ.

Evident, temperatura stelei uriaşe îi modifică natura radiaţiilor. La distanţa pe care ne-am imaginat-o pentru Pământ, steaua ne-ar oferi tot atîta energie cît ne oferă acum Soarele, numai că o mult mai mare parte din

15 *Eco* — vine de la un cuvîtit grecesc care înseamnă casă sau *habitat.*

energia stelei uriaşe s-ar găsi sub formă de lumină ultravioletă şi dc raze X şi o mult mai mică parte sub formă de lumină vizibilă.

Ochiul omului este adaptat să reacţioneze la lumina i'l/lbilă, astfel îneît lumina stelei uriaşe ar părea mult mâi pfilidă decît a Soarelui. Pe de altă parte, potopul de ultraviolete şi de raze X ar fi ucigător pentru viata terestră.

Poate însă că această obiecţie nu e esenţială. Atmosfera |t n-stră ne protejează do radiaţia intensă a Soarelui şi ne finleni imagina Pămîntul chiar mai departe de steaua <11 iasă. Scăderea nivelului total de radiaţie, ca şi reţinerea unei bune părţi a radiaţiei de către o atmosferă poate ceva tnui densă pot să ne ducă la condiţii adecvate dezvoltării Vieţii chiar cu preţul unor temperaturi planetare ceva mai M iiz.ute decît sîntem obişnuiţi.

Există însă o altă obiecţie ridicată împotriva stelei uriaşe, obiecţie pe care nu o putem contracara prin schim- liniea locului planetei îrj ecosfsră sau prin manevrarea htmosferei planetare. '

O stea nu poate juca rolul de incubator al vieţii de-a lungul întregii sale existenţe. De exemplu, ea nu poate oieri energia necesară vieţii în timp ce se condensează fmrnîndu-sc din nebuloasa primordială. Ea trebuie să se condenseze pînă la punctul în care în centrul ei se declan- »ează reacţiile nucleare şi începe să emită lumină. în cele ilm urmă, condesarea ajunge într-un' stadiu stabil, iar |rnuiu!ia. după ce a ajuns la un maximum, se menţine la iutei nivel.

[Se spune că steaua a intrat în „secvenţa principală". i(Sc numeşte secvenţă principală, fiindcă aproximativ 98% din stelele pe care le putem vedea se găsesc în această vlare. forinînd o secvenţă, de la cea mai masivă la cea mai puţin masivă.)

I în timpul secvenţei principale radiaţia stelei este fermă şi stabilă, iar ca poate, ca şi Soarele nostru, să joace rolul de incubator al vieţii.

Radiaţia stelei depinde însă de energia care se produce În timp ce hidrogenul din miezul ei este transformat în heliu prin procesele de fuziune nucleară. într-un moment critic, atunci cînd o bună parte a hidrogenului a fost folosită, procesul de ftiziune începe să şchioapete. Heliul care se acumulează în miezul stelei îl face pe acesta să devină din cc în ce mai masiv. Miezul scade în dimensiuni şi se condensează, iar

temperaturile cresc pînă cînd nucleele de heliu fuzionează pentru a forma nuclee şi mai complicate.

În acest moment steaua se încălzeşte suficient penti a se putea dilata învingînd propriile-i forţe gravitaţional deşi pînă atunci, aflată încă în secvenţa principală, atracţ gravitaţională spre interior şi expansiunea termică spi exterior îşi menţinuseră echilibrul.

Steaua iese din secvenţa principală în timp ce ; dilată şi ajunge la dimensiuni de-a dreptul enorme. D: cauza expansiunii, suprafaţa stelei se răceşte şi ajun; la culoarea roşie, cu toate că totalul radiaţiei emise < suprafaţa sa, uriaşă acum, este cu mult mai mare decît ei înainte. Steaua este acum o uriaşă roşie.

După ce steaua a părăsit secvenţa principală, acţiuni devine pasionantă. Ea continuă să fie o uriaşă roşie lin de cîteva sute de milioane de ani (perioadă foarte scurl din punct de vedere astronomic), hidrogenul se consum iar miezul devine din ce în ce mai fierbinte. în cele di urmă se produce un colaps, atunci cînd energia eliberat de fuziunea nucleară din centru se opreşte, fiindcă t(combustibilul nuclear s-a consumat, iar steaua nu s mai poate menţine în dilataţie împotriva propriilor sal forţe gravitaţionale.

Dacă steaua e destul de masivă, colapsul este preceda de o explozie cataclismică — o supernova. Cu cît steau este mai masivă, cu atît explozia e mai cumplită. Ramă şiţele stelei se contractă într-o sferă foarte mică şi foart densă [16].

în ceea ce priveşte viaţa însă, detaliile existenţei une stele care a ieşit din secvenţa principală sînt irelevant« Cînd steaua începe să se apropie de stadiul de uriaş, roşie, radiaţia emisă de ea se intensifică spectaculos. Oria planetă, care s-ar fi aflat pînă atunci într-o poziţie în care să primească cantităţi de radiaţie compatibile cil formarea şi menţinerea vieţii ar primi acum mult pred multe radiaţii. Orice forme de viaţă ar fi distruse. (în cazuri extreme, planeta însăşi s-ar topi şi s-ar evapora.) în consecinţă, putem formula o regulă generală, even-'

16 Cei care doresc detalii în această privinţă vor trebui să consulte o altă carte a mea, *Prăbuşirea Universului.*

Soarele se va încălzi pe măsură ce îmbătrîneşte, şi în ultimi miliard de ani al secvenţei sale principale viaţa nu va mal fi tiosibilă pe Pămînt. Cînd Soarele va deveni un uriaş roşu, el se II dilata dincolo de orbitele lui Mercur şi Venus, iar Pămîntul va fi o sferă de rocă incandescentă, deşi poate că nu va fi înglobat ile sfera Soarelui.

tual fără excepţii •— o stea joacă rolul de incubator al vieţii doar atîta vreme cît se găseşte în secvenţa prin-l cipală. J

Din fericire,.© stea se poate menţine în secvenţa prinţ cipală foarte multă vreme. Soarele nostru, de exemplu, fti mai putea rămîne în secvenţa principală încă 12—13 Jpiiliarde de ani. Deşi străluceşte la fel ca acum de vreo h miliarde de ani, el se află doar la jumătatea vieţii sale iii- stea în secvenţa principală

O stea mai masivă decît Soarele, obligată să contra- iiiieze efectul unui cîmp gravitaţional mai puternic, va •j unge la temperaturi mai ridicate în centru, fuzionînd «rttfel hidrogenul într-un ritm mult mai rapid. Bineînţeles ifi o stea mai masivă decît Soarele are, de la bun început, mai mult hidrogen, dar creşterea ritmului fuziunii este mult mai intensă decît creşterea rezervelor de hidrogen.

Cu cît steaua este mai masivă,, cu atît ea îşi consumă «nai repede rezervele de hidrogen, evident mai mari, şi i u atît mai repede iese din secvenţa principală.

O stea monstruos de mare, de 70 de ori mai masivă decît Soarele, îşi va consuma hidrogenul într-un ritm atît de cumplit pentru a lupta împotriva forţei monstruoase a gravitaţiei sale, îneît existenţa ei în secvenţa principală ■r putea să dureze chiar mai puţin de 500 000 de ani. Ei bine, de asta nu observăm noi stele cu mase într-adevăr foarte mari. Chiar dacă s-ar forma stele gigantice, tempe- luturile la care ar ajunge le-ar face să explodeze practic Imediat.

Fireşte, 500 000 de ani înseamnă foarte mult din punctul de vedere al experienţei umane. Istoria scrisă a omenirii licoperă, în cel mai bun caz, o sutime din această perioadă le timp.

F Viaţa inteligentă însă nu a apărut pe Pămînt chiar de la Început, ci a rezultat din lungul drum al evoluţiei. Dacă ioarele nostru ar fi strălucit ca acum timp de numai >00 000 de ani după formarea Pămîntului, părăsind apoi ecvenţa principală, e foarte îndoielnic că ar fi fost destulă ireme pentru dezvoltarea celor mai simple forme de proto- viaţă în oceanele Pămîntului.

1 Judecind după experienţa Pămîntului, e nevoie cam de f> miliarde de ani de existenţă planetară pentru a-i per- hiite vieţii să se dezvolte pînă la nivelul de complexitate pienit să ducă la formarea unei civilizaţii.

Nu putem fi siguri că Pămîntul reprezintă un caz tip la scara întregului Univers. Poate că evoluţia noastră s- desfăşurat, din cine ştie ce motiv banal, îngrozitor de ince poate că pe alte planete evoluţia inteligenţei a avut n voie de mult mai puţin timp. Dar poate că, pe de al

parte, evoluţia s-a desfăşurat pe Pămînt, din cine ştie (motiv banal, înspăimîntător de repede, şi poate că pe al planete e nevoie de mult mai mult timp pentru evoluţ inteligenţei.

Pe moment, nu avem nici o posibilitate de confirma a vreuneia din aceste alternative. Nu putem decît să ado] tăm „principiul mediocrităţii" şi să presupunem că sil gurul caz pe care îl cunoaştem — cel al Pămîntului — *r* este atipic, ci ţine de medie.

în consecinţă, vom adopta o durată de 5 miliarde de ai în. secvenţa principală ca pe un minim esenţial penti dezvoltarea civilizaţiei.

O stea de 1,4 ori mai masivă decît Soarele aparţinui clasei spectrale F2 rămîne în secvenţa principală timp c 5 miliarde de ani, ceea ce ne permite să tragem concluzii că orice stea mai masivă decît de 1,4 ori masa Soarelu nu poate juca rolul de incubator al vieţii. Poate că exista viaţă pe o planetă care se roteşte în jurul unei astfel a stele mult prea masive, dăr şansele ei de supravieţuip destul de îndelungată pentru a atinge nivelul de comple xitate la care să apară o civilizaţie extraterestră sînt destij de modeste pentru a putea fi ignorate. I

Aceasta înseamnă că stelele strălucitoare pe care 1 vedem pe cer şi care sînt (în marea lor majoritate) consi (’crabil mai masive decît Soarele nu pot fi incubatoare aj vieţii. Sirius, de exemplu, va rămîne în secvenţa principal timp de doar 500 000 000 de ani, Rigel, timp de numi 400 000 000 de ani. Putem ignora asemenea stele.

Ei bine, tocmai aceste stele masive şi cu vieţi scurte s rotesc repede, şi de aceea nu le-am inclus printre stelei care ar putea avea un sistem planetar. Excluderea lor dli discuţia ulterioară este astfel dublu justificată.

Stele pitice

Să încercăm acum cealaltă extremă şi să ne ocupăm d □ stea a cărei masă este de 1/16 din masa Soarelui şi ?ărei luminozitate este de o milionime din cea a Soarelu (Orice obiect mai puţin masiv nu ar fi destul de mare pentru a permite aprinderea focului nuclear în centru, ne- fiind deci o stea adevărată.)

O stea pitică, cu o masă de 1/16 din masa Soarelui, ar fi de 65 de ori mai masivă decît planeta Jupiter, dar

ar fi, iu siguranţă, mult mai densă şi nu ar avea dimensiuni cu hiult mai mari decît Jupiter. Ar putea avea un diametru de J 50 000 km.

Să presupunem acum că Pămîntul s-ar afla la B00 000 km de centrul unei astfel de stele şi ar înconjura-o la o distanţă de 150 000 km de suprafaţă, Pămîntul s-ar roti în jurul acelei stele o dată la fiecare 1,1 ore.

Pămîntul ar primi tot atît de multă energie de la acea stea pitică foarte apropiată cîţ primeşte acum de la Soare, faptul că steaua pitică ar fi abia încinsă la roşu ar fi compensat de distanţa relativ mică la care s-ar găsi planeta — mărimea aparentă a stelei pitice ar fi de trei ori mai mare decît mărimea Soarelui, aşa cum îl vedem de pe Pămînt.

Natura energiei primite de la steaua pitică ar fi, evident, deosebită de cea primită de la Soare.. Steaua pitică nu ar emite aproape deloc radiaţie ultravioletă şi ar emite doar foarte puţină lumină vizibilă. Cea mai mare parte a energiei sale ar consta în radiaţie infraroşie.

Din punctul nostru de vedere ar fi foarte incomod. Totul ne-ar părea foarte întunecat şi colorat într-un roşu închis dezagreabil. Ne putem însă imagina că viaţa de pe o asemenea planetă şi-ar dezvolta o sensibilitate vizuală la roşu şi infraroşu, cărora le-ar atribui diferite culori. Unor asemenea forme de viaţă, lumina le-ar părea albă şi destul de intensă.

Roşul şi infraroşul conţin mult mai puţină energie decît restul spectrului luminii vizibile şi există multe reacţii chimice care pot fi declanşate de lumina galbenă, verde ■.au albastră, nu însă şi de roşu sau infraroşu. Viaţa însă nu se bazează pe reacţii fotochimice, cu excepţia fotosin- lezei, care este declanşată de lumina roşie. Fără îndoială, ne-am putea imagina viaţa într-o asemenea lume fără să întindem prea mult coarda plauzibilităţii.

Să analizăm şi o altă problemă : cîmpul gravitaţional ni unui obiect scade în intensitate odată cu pătratul distanţei. Dacă distanţa se dublează, intensitatea scade pînă Iu 1/4 din ce era ; dacă distanţa se triplează, atracţia scade pînă la 1/9 şi aşa mai departe.

Aceste, date se reflectă în atracţia reciprocă a Pămîi» tului şi Lunii.

Distanţa medie dintre centrul Lunii şi centrul Pămîiai tului este de 384 390 km. Ea variază în raport eu mişcării) orbitale ale Lunii, ceea ce nu ne va

influenţa argumentaţia

Nu toate punctele de pe Pămînt se găsesc la aceeaş distanţă faţă de Lună. Atunci cînd centrul Pămîntului 9 află la o anumită distanţă faţă de centrul Lunii, suprafatj Pămîntului de pe partea orientată spre Lună este ci 6 356 km mai aproape de Lună. Suprafaţa Pămîntului dl pe partea opusă Lunii se află cu 6 356 km mai departe. Asti înseamnă că pe partea orientată spre Lună suprafaţa Pă mîntului se găseşte la 378 034 km de centrul Lunii, în timj ce suprafaţa părţii Pămîntului opuse Lunii se află la < distanţă de 300 746 km faţă de centrul Lunii.

Dacă atribuim distanţei de la partea apropiată a Pă mîntului la centrul Lunii valoarea 1, distanţa la care se afl partea îndepărtată a Pămîntului este egală cu 1,033(3 Această diferenţă, doar 3,36 % din totalul distanţei pîni la Lună, nu pare cine ştie ce. Numai că atracţia gravita ţională a Lunii pierde pe această distanţă mică l/l,0336^2 ş reprezintă doar 0,936 pe partea opusă Lunii, în comparaţia cu 1, pe partea apropiată.

Diferenţele în atracţia exercitată de Lună asupra celoi două feţe ale Pămîntului se traduc prin faptul că Pămîntul se întinde în direcţia Lunii. Suprafaţa apropiată este mai intens atrasă de Lună decît centrul, iar centrul este ma intens atras de Lună decît suprafaţa îndepărtată. Ambeli suprafeţe se bombează, cea apropiată — spre Lună, cei îndepărtată — în direcţia opusă Lunii.

Deformarea suprafeţei este modestă, de cel mult ju mătate de metru. Totuşi, în timp ce Pămîntul se roteşte întreaga materie solidă se bombează ătunci cînd ajungă) faţă în faţă cu Luna, atingînd înălţimea maximă atunci cînd trece pe sub Lună şi revenind apoi la forma iniţială. Materia solidă se bombează şi atunci cînd ajunge în partea opusă Lunii, atingînd din nou o cotă maximă în momentul exact al opoziţiei, pentru a reveni încă o dată la situaţia iniţială.

Şi apa oceanului se bombează, chiar mai mult decît uscatul. Asta înseamnă că, în timp ce Pămîntul se roteşte, suprafaţa uscatului trece prin bombarea apei, perioadă în care apa invadează ţărmul şi apoi se retrage. Asta şe întîmplă în cazul ambelor bombări ale. apei, atît cea de pa pipi orientată, spre Lună, cît şi. cea aflată pe faţa opusă. Apa se ridică şi coboară de-a lungul ţărmului de două Oii pe zi; putem spune deci că avem de-a face cu două ‚maree“ pe zi.

întrucît mareele sînt provocate de diferenţele atracţiei Hi avitaţionale, fenomenul este cunoscut sub numele de ►fect de maree.

Bineînţeles că şi Pămîntul exercită un efect de maree Miipra Lunii. Dar, cum Luna este mai mică decît Pămîn-lul, diametrul ei fiind de 3476 km în comparaţie cu cei 12 713 km ai diametrului terestru, scăderea atracţiei gravitaţionale suferite de Lună este mai mică decît scăderea vure afectează Pămîntul.

Grosimea Lunii reprezintă doar 0,9% din distanţa din- Ire Pămînt şi Lună, astfel că atracţia gravitaţională de pe ţaţa îndepărtată reprezintă doar 98,2% din valoarea caracteristică feţei apropiate. Efectul de maree resimţit de l.ună va fi egal cu 0,29 din cel specific Pămîntului, *dar* timpul gravitaţional al Pămîntului este de 81 de ori mai intens decît cel al Lunii, întrucît Pămîntul este de 81 de i mai masiv decît Luna. Dacă înmulţim 0,29 jcu 81 aflăm IM efectul de maree al Pămîntului asupra Lunii este de 5 ori mai intens decît cel al Lunii asupra Pămîntului.

Contează oare această diferenţă ? Da, desigur.

în timp ce Pămîntul se roteşte şi se bombează, frecal< a internă a rocilor care se ridică şi coboară, ca şi frecarea Upelor în raport cu ţărmurile consumă o parte a energiei de lulaţie a Pămîntului şi o transformă în căldură. Ca rezultat., acţiunea mareelor încetineşte rotaţia Pămîntului. Nuni ai că Pămîntul este ,atît de masiv, iar energia sa de rotaţie atît de mare, îneît încetinirea este cît se poate de lentă. Ziua se lungeşte cu cîte o secundă la fiecare j(»t) 000 de ani *.

Asta nu înseamnă prea mult din punctul nostru de vt dere, dar, ţinînd seama de faptul că Pămîntul există di[17] 5 miliarde de ani şi ca ritmul lungirii zilei a fost conţi rint în toat.ă această perioadă, ne dăm seama că ziua s-a lungit în total cu 50 000 de,secunde, adică cu aproape14 ore. Cînd s-a format, Pămîntul se rotea probabil jurul axei sale în doar 10 ore, sau chiar mai repede, dadl mareele ar fi fost mai intense la, începutul istoriei sal# decît acum, ceea ce e foarte probabil. '

Ce putem spune însă despre efectul de maree exewn tat de Pămînt asupra Lunii ? < I

Luna are o masă mult mai mică, şi probabil şi o ene» gie de rotaţie mult mai mică. Mai mult, efectul de mar## de pe Lună este de 23,5 ori mai intens decît cel de pi Pămînt. Acest efect mai intens, acţionînd asupra un® mase mai mici, produce o încetinire mai marcată. Perioadă de rotaţie a Lunii s-a încetinit pînă a ajuns egală ci durata linei mişcări de revoluţie în jurul Pămîntului. îl aceste condiţii, aceeaşi faţă a Lunii priveşte întotdeaunl Pămîntul, bombarca mareică se află mereu în acela® punct de pe suprafaţa ei, astfel îneît diferitele părţi a® Lunii nu mai sînt obligate să se ridice şi să coboare îl timpul rotaţiei. încetinirea s-a opiat (cel puţin din punctio de vedere al efectului de maree exercitat de Pămînt asupri Lunii), iar perioada de rotaţie a Lunii este acum stabilă!

O consecinţă a efectului de maree este reprezentată de faptul că obiectele cosmice mici îşi arată doar o singur# faţă obiectelor cosmice mari în jurul cărora evoluează. (Ideea a fost lansată de Kant în anul 1754.) Nu numai Luna îşi arată o singură faţă Pămîntului ; şi cei doi sateliţi marţieni îşi arată doar cîte o faţă planetei Marte, şi cei 5 sateliţi apropiaţi ai lui Jupiter îi arată acestuia o singură faţă şi aşa mai departe. ,

în acest caz, de ce nu-şi arată oare Pămîntul o singuri faţă Soarelui ? ' 1

Gindiţi-vă, ce s-ar întîmpla dacă Luna s-ar îndepărta de Pămînt ? Pe măsura îndepărtării, atracţia gravitaţioj nală a Pămîntului ar scădea direct proporţional cu pă-

17 încetinirea rotaţiei înseamnă o pierdere de moment unghiului care însă nu se poate petrece cu adevărat în conformitate cu lt i;ea conservării momentului unghiular. Luna se îndepărtează lent şi constant de Pămînt, ca şi centrul de gravitaţie al sistemului iViiuînt-Lună. Pămîntul cîştigă în momentul unghiular de depla- «nc în jurul unui centru de gravitaţie mai îndepărtat, ceea ce pierde În momentul unghiular de rotaţie.

tratul distanţei. Tot pe măsura îndepărtării, fracţiune® distanţei totale reprezentate de-diametrul Lunii ar scădea direct proporţional cu distanţa, iar efectul de maree ar scădea din ambele motive, aşa că, dacă le introducem în calcul, ajungem la concluzia că efectul de maree scade direct proporţional cu cub?d distanţei.

Soarele este de 27 000 000 de ori mai masiv decît Luna. Dacă atît Soarele, cît şi Luna s-ar afla la aceeaşi distanţi de Pămînt, efectul de maree exercitat de Soare asupri Pămîntului ar fi de 27 000 000 de ori mai mare decît cel exercitat de Lună asupra Pămîntului. [18] Soarele se află insă la o distanţă de 389 de ori mai mare faţă de Pămînt decît Luna. Efectul.de maree al Soarelui este scăzut astfel m o valoare egală cu 389 X 389 X 389, adică 58 860 000. I tnpărţiţi 27 000 000 la 58 860 000 şi veţi afla că efectul de maree al Soarelui asupra Pămîntului reprezintă doar 0,46 i lin cel al Lunii. Dacă efectul de maree al Lunii nu a reuşit urcă să încetinească prea mult perioada de rotaţie a Pă- mîntului, col exercitat de Soare nu va fi în stare să o facă-

Mercur se găseşte mai aproape de Soare decît Pămîn- i Lil, şi acesta ar fi un factor capabil să mărească efectul inareic al Soarelui. Pe de altă parte, Mercur este mai mic decît Pămîntul, ceea ce ar produce o scădere. Ţinînd seama de ambii factori, aflăm că efectul de maree al Soarelui asupra lui Mercur este de 3,77 de ori mai mare decît efectul de maree al Lunii asupra Pămîntului, reprezentînd însă doar 1/6 din efectul de maree al Pămîntului asupra Lxmii.

De aceea, Soarele încetineşte rotaţia lui Mercur mult mai mult decît încetineşte Luna rotaţia Pămîntului, dar mult mai puţin decît încetineşte Pămîntul rotaţia Lunii. Putem deci presupune că Mercur are o mişcare de rotaţie lentă, dar nu chiar atît de lentă îneît să-şi arate doar o singură faţă Soarelui.

În 1890, Schiaparelli (care observase canalele de pe Marte în urmă cu 13 ani) s-a apucat să observe suprafaţa lui Mercur. Lucru greu de făcut fiindcă Mercur e mai departe de noi decît Marte ; fiindcă Mercur apare de obicei într-o fază asemănătoare cu luna nouă, în timp ce Marte arată aproape întotdeauna ca o lună plină ; şi fiindcă Mercur, spre deosebire de Marte, se află destul de aproape de strălucirea Soarelui pentru a putea fi observat cu uşurinţă. Cu toate acestea, Schiaparelli a dedus, după petele vagi pe care le zărea pe suprafaţa lui Mercur, că acesta se roteşte doar o singură dată în decursul celor 88 de zile ale mişcării sale de revoluţie şi că îşi arată Soarelui doar o singură faţă.

18 E vorba doar de o ipoteză — dacă centrul Soarelui ar fi la fel de aproape de Pămînt ca şi centru] Lunii, Pămîntul s-ar găsi cu mult sub suprafaţa Soarelui.

în 1965 însă au fost emise de pe Pământ unde radar care s-au ciocnit de suprafaţa lui Mercur. Ecoul lor, recepţionat pe Pământ, ne-a spus cu totul altă poveste. Lungimea undelor radar se modifică atunci cînd ele lovesc un corp în rotaţie, modificarea depinzînd de viteza de rotaţie. Undele radar reflectate ne-au arătat că Mercur arei o perioadă de rotaţie de 59 de zile, cu alte cuvinte cam de 2/3 din perioada sa de revoluţie. Avem deci de-a face cu o situaţie relativ stabilă, nu la fel de stabilă cu cea în care perioada de rotaţie este egală cu perioada de revoluţie, dar[1] destul de stabilă pentru a rezista unor modificări ulterioare datorate efectului mareic insuficient de intens al Soarelui.

Putem reveni acum la situaţia imaginară a stelei noastre pitice pe care Pământul o înconjoară la o distanţă de 300 000 km de centrul ei. Această distanţă reprezintă doar 1/500 din distanţa de la Pământ la Soare, şi chiar dacă ţinem seama de faptul că steaua pitică are o masă de doar, 1/16 din masa Soarelui, efectul ei de maree asupra Pă-, inîntului ar fi de 150 000 de ori mai mare decît efectul de' maree al Pământului asupra Lunii. '

Nu încape nici o îndoială că, dacă Pământul ar fi destul de aproape de o stea pitică pentru a fi cuprins în ecosfera acesteia, intensul efect de maree al stelei i-ar încetini rotaţia şi l-ar face destul de repede să-şi arate o singură faţă stelei.

Pe faţa veşnic îndreptată spre stea, temperatura ar depăşi foarte repede punctul de fierbere a apei. Pe faţa veşnic ascunsă stelei, temperatura ar coborî foarte repede sub punctul de îngheţare a apei. Nicăieri nu s-ar găsi ană în stare lichidă.

Ne putem imagina existenţa unei „zone de amurg" Ia hotarul dintre emisfera veşnic luminată şi cea veşnic întunecată, ^onă în care condiţiile locale ar-fi mai bl înde din punct de vedere climatic. Asta s-ar putea întîmplă însă numai în cazul în care orbita planetei ar fi aproape circulară. Chiar şi atunci însă temperatura de pe partea fierbinte ar fi destul de ridicată pentru a duce la o pierdere lentă a atmosferei, astfel îneît planeta ar fi lipsită de aer, iar zona de amurg nu ar fi cu nimic mai locuibilă decît oricare alta.

Dacă ne imaginăm stele din ce în ce mai mari, ecosfera lor s-ar întinde din ce în ce mai mult. O planetă din interiorul ecosferei ar fi supusă unui efect de maree

din ce în ce mai redus. În cele din urmă, dacă steaua e destul de mare, efectul de maree nu va mai fi destul de intens pentru a face imposibilă pe planetă viaţa aşa cum o cunoaştem.

Putem presupune deci că o stea ar trebui să aibă o masă egală cu cel puţin 1/3 din masa Soarelui (ceea ce înseamnă că ar trebui să aparţină cel puţin clasei spectrale IW2) pentru ca o planetă din ecosferă sa să fie adecvată vieţii.

Efectul de maree nu este singura problemă legată de stelele pitice. Dimensiunile unei ecosfere depind de cantitatea de energie pe care o radiază steaua. O stea masivă, luminoasă, are o ecosferă care se întinde foarte departe în spaţiu, foarte profundă, cu o profunzime care depăşeşte dimensiunile sistemului nostru solar. O stea pitică are o ecosferă foarte apropiată de ea, foarte superficială. Şansele de formare ale unei planete în interiorul unei ecosfere atît de mici sînt practic nule.

în fine, stelele mai mici decît cele din clasa spectrală M2 sînt deseori „stele protuberante". Aceasta înseamnă eă pe suprafaţa lor izbucnesc periodic protuberante de gaze neobişnuit de strălucitoare şi de fierbinţi. E o trăsătură comună tuturor stelelor, chiar şi Soarelui nostru. Numai că, în cazul Soarelui, o asemenea protuberanţă contribuie foarte puţin şi suportabil la producţia obişnuită de lumină şi căldură a Soarelui. Aceeaşi protuberanţă ar face să crească cu pînă la 50% producţia de lumină şi căldură a unei stele pitice palide. în condiţiile apariţiei protuberantelor, o planetă care primeşte o cantitate adecvată de energie de la steaua pitică s-ar pomeni cu un supliment nedorit. Rolul de incubator al stelei ar fi jucat într-un mod prea dezordonat pentru a fi compatibil cu viaţa.

Ţinînd seama de efectele de maree, precaritatea eco- sferei şi periodicitatea protuberantelor, excluderea stelelor pitice din discuţia ulterioară legată de inteligenţa extraterestră este triplu justificată.

Dimensiuni adecvate

Stelele cu o masă mult prea mare pentru a juca rolul de incubatoare ale vieţii — adică cele mai masive decît clasa spectrală F2 —. reprezintă doar o mică parte din numărul total al stelelor, ceea ce nu putem spune însă despre stelele mai puţin masive decît cele din clasa spectrală M2, care nu pot să joace nici ele rolul de incubator al vieţii. Stelele pitice nu sînt o raritate. Peste 2/3 din numărul stelelor din Galaxia noastră, şi probabil din oric^ altă galaxie, sînt prea mici pentru a fi adecvate vieţii;

între clasele spectrale F2 şi M2 *se* află stelele cu mase cuprinse între valori ca de 1,4 ori masa Soarelui şi de 0,33 ori masa Soarelui. La limita superioară a acestei scale viaţa stelelor este mult prea scurtă pentru a oferi o şansă onorabilă de evoluţie inteligenţei. La limita inferioară E scalei, planetele.pot scăpa doar cu greu dc efectele ma-* reice prea intense.

Şi totuşi, această scală conţine „stele precum Soarele* care, în condiţii optime, pot juca rolul de incubatoare aie vieţii. Deşi aceste stele precum Soarele nu reprezintă ma joritatea stelelor de pe cer, ele sînt relativ numeroase] Toate că 25% dintre stelele din Galaxie sînt destul de asemănătoare cu Soarele pentru a putea servi drept incuba-(toare ale vieţii. .

Ceea ce ne conduce spre o a treia cifră :

Numărul de sisteme planetare din Galaxia noastră care se rotesc în jurul zinor stele precum Soarele — 75 000 000 000.

PLANETE PRECUM PĂMÎNTUL

Stele duble

O stea poate semăna cu Soarele, fără a fi totuşi capabilă să joace rolul de incubator al vieţii. Ea poate avea uncie proprietăţi, pe lîngă masă şi luminozitate, care să nu-i permită unei planete asemănătoare cu Pămîntul să o înconjoare.

O stea poate semăna foarte mult cu Soarele, în toate privinţele, avînd însă drept însoţitor nu o planetă sau un grup de planete, ci o altă stea. Prezenţa a două stele aflate într-o legătură foarte strînsă poate reduce la zero şansele de existenţă ale unei planete asemănătoare cu Pămîntul care să evolueze în jurul uneia dintre ele.

Posibilitatea existenţei stelelor multiple nu intra în vederile astronomilor pînă acum două secole. La urma urmei, Soarele nostru este o stea lipsită de însoţitori stelari, ceea ce părea perfect natural. Atunci cînd celelalte stele au fost recunoscute ca fiind şi ele sori, se presupunea că sînt izolate. Există, fără îndoială, pe cer, stele foarte apropiate. De exemplu, Mizar. steaua din mijlocul cpzii Ursei Mari, se găseşte foarte aproape de o stea mult mai slabă, Alcor. Asemenea „stele duble“ erau considerate ca, iiind stele izolate, aflate pe aproximativ aceeaşi direcţie în raport cu Pămîntul, dar la distanţe radical diferite. În cazul stelelor Mizar şi Alcor chiar aşa şi eră.

După 1780, William Herschel a început să studieze sistematic stelele duble, sperînd că cele mai strălucitoare (şi, probabil, mai apropiate) se deplasează perceptibil şi sistematic în raport cu cele mai palide (şi,

probabil, mai îndepărtate). Mişcarea lor ar fi putut deci reflecta mişcarea Pămîntului în jurul Soarelui, constituind astfel ,,paralaxa“ stelei. S-ar fi putut determina. distanţa pînă la stea, ceea ce ar fi constituit o premieră, absolută.

Deşi Herschel a depistat asemenea mişcări ale stelelor, el nu a găsit vreodartă o mişcare care să indice prezenţa paralaxei. în schimb, a observat că stelele duble sg rotesc în jurul unui centru gravitaţional comun. Acestea erau stele duble adevărate, dependente gravitaţional, numite stele binare, după cuvîntul latin care înseamnă *perechi.*

în anul 1802, Herschel s-a simţit îndreptăţit, să anunţe descoperirea multor astfel de stele binare, despre care se ştia că sînt nu tocmai o raritate printre stelele Universului. Stele strălucitoare şi binecunoscute precţim Sirius, Capella, Procyon, Castor, Spica, Antares şi Alpha Centauri sînt, toate, stele binare.

De fapt, nu numai două stele pot fi unite gravitaţional. Astfel, steaua binară Alpha Centauri (la care ne referim prin termenii Alpha. Centauri A şi Alpha Centauri B) are un însoţitor foarte îndepărtat, Alpha Centauri C, situat la 1 600 000 000 000 km (1 600 de miliarde de kilometri) de centrul de gravitaţie al celorlalte două stele. Un sistem stelar binar- poate fi legat gravitaţional de un alt sistem stelar binar, ambele perechi de stele rotindu-se în jurul unui centru gravitaţional comun. Sînt cunoscute chiar sisteme compuse din 5 sau 6 stele.

Ori de cîte ori sînt implicate mai mult de două stele. în existenţa unui sistem multiplu, stelele coexistă în perechi, relativ apropiate şi situate la distanţe relativ mari în raport cu însoţitoarele lor, stele izolate sau binare.

Cu alte cuvinte, să presupunem că d planetă s-ar. ,roti în jurul stelei A, membră a. unui sistem binar. Steaua. B ar putea fi situată destul de aproape pentru a influenţa serios planeta. Ea şi-ar putea adăuga radiaţia celei emise de steaua A, ,în cantităţi diferite, la momente diferite. Poate că atracţia ei gravitaţională ar da naştere unor nere- galarităţi ale orbitei planetei, care nu, ar fi existat în alte condiţii.

Pe de altă parte, dacă sistemul binar A—B ar fi asociat cu o a treia stea sau cu un alt sistem binarţ sau. şi cu^o stea, şi cu un sistem binar, toate ş-ar. afla atît de

departe, îneît ar fi simple stele pe cer, care nu pot influenţa în nici un fel dezvoltarea vieţii pe planetă.

Din punctul de vedere al acestei cărţi, conversaţia se va limita la sistemele binare.

Existenţa sistemelor binare n-are nimic surprinzător.

Atunci cînd o nebuloasă primordială se condensează pentru a forma un sistem planetar, una dintre planete, poate, datorită turbulenţelor, să atragă destulă materie pentru a deveni ea însăşi stea. Dacă, în timpul evoluţiei propriului nostru sistem. solar, -Jupiter ar fi acumulat o masă de 65 de ori mai mare decît cea pe care o posedă, Soarele nu ar fi resimţit practic deloc pierderea acelei mase. Soarele ar avea aproape aceeaşi înfăţişare cu cea actuală, în timp ce Jupiter ar fi o stea palidă „aproape roşie“. Soarele ar fi atunci o componentă a unui sistem binar.

Pare la fel de posibilă condensarea unei nebuloase originare în proporţii mai mult sau mai puţin egale în jurul a două centre, ceea ce ar duce la formarea unor stele cu mase aproximativ egale, fiecare mai mică decît Soarele nostru, aşa cum se întîmplă în cazul sistemului binar 61 Cygni; sau fiecare aproape "ia fel de mare ca Soarele nostru, aşa cum se întîmplă în cazul sistemului binar Alpha Centauri; sau fiecare mai mare decît Soarele nostru, aşa cum e cazul sistemului binar Capella.

Cele două stele, presupunînd că au mase diferite, pot avea biografii complet diferitie. Steaua mai masivă poate să iasă din secvenţa principala, să se dilate pînă la stadiul de uriaşă roşie şi apoi să explodeze. Resturile sale se vor condensa devenind o stea mică, densă, în timp ce steaua mai puţin masivă care o însoţea se menţine în cadrul secvenţei principale.. Aşa se face că Sirius este însoţit de o pitică albă, rămăşiţă mică şi densă a unei stele care a explodat cîndva. Şi Procyon este însoţit de o pitică albă.

Numărul total al stelelor binare din Galaxie (şi, probabil, din întregul Univers) este surprinzător de mare. La mai bine de două secole de la descoperirea lor, ele sînt considerate ca existînd în număr din ce în ce mai mare. Pe moment, apreciind exemplul stelelor situate destul de aproape pentru a fi examinate detaliat, ar părea că 50 pînă la 70% din numărul total al stelelor este reprezentat de membri ai unui sistem binar. Pentru a ajunge la o cifră completă, să folosim o medie şi să spunem că[K] 60% din numărul total al stelelor, şi, în

principiu, al stelelor asemănătoare cu Soarele, este reprezentat de membri ai unor sisteme binare.
Dacă presupunem că orice stea asemănătoare cu Soarele poate forma un sistem binar împreună cu o stea a cărei masă ne este indiferentă, atunci, ţinînd seama de procentajele relative ale stelelor cu diverse mase, putem să; efectuăm o împărţire rezonabilă a celor 75 de miliarde de > stele din Galaxie care seamănă cu Soarele după cum ur-

30 de miliarde (40%) sînt izolate ; 25 miliarde (33%) formează sisteme binare împ?reună cu o stea pitică ; 18 miliarde (24%) formează sisteme binare între ele ; 2 miliarde (3%) formează sisteme binare împreună cu o stea uriaşă.

Ar trebui oare să eliminăm cele 45 de miliarde de stele asemănătoare cu Soarele care sînt cuprinse în sisteme binare, considerîndu-le drept nepotrivite pentru rolul de incubatoare ale vieţii ?

Se pare că putem omite liniştit cele 2 miliarde de stele asemănătoare cu Soarele care formează sisteme binare împreună cu stelele uriaşe. în cazul lor, cu mult înainte ca steaua asemănătoare cu Soarele să fi ajuns la o vîrstă favorabilă dezvoltării inteligenţei pe o planetă care o înconjoară, steaua însoţitoare ar fi explodat, devenind o supernova. Căldura şi radiaţia provenite de la o supernova apropiată ar fi putut distruge orice formă de viaţă de pe planeta la care ne referim.

Ce ne facem însă cu celelalte 43 de miliarde de stele asemănătoare cu Soarele care fac parte din sistemele binare ?

în primul rînd, poate un sistem binar să aibă planete ? Am putea afirma că, în cazul condensării unei nebuloase în două stele, cele două vor avea o eficienţă dublă în privinţa recoltării deşeurilor cosmice. Materia planetară ratată de una dintre ele ar fi culeasă de cealaltă. în cele din urmă, am avea de-a face cu două stele lipsite de planete.

Ipoteza nu a fost demonstrată în cazul stelei duble 61 Cygni; cea dintîi a cărei depărtare faţă de Pămînt a fost determinată în 1838, depărtare care s-a dovedit a fi de 11,1 ăni-lumină.

Aşa cum am mai spus, 61 Cygni este o stea binară. Cele două stele care compun sistemul, 61 Cygni A şi 61 Cygni B, sînt despărţite de 29 de secunde de arc atunci cînd le privim de pe Pămînt. (Distanţă care reprezintă

cam 1/64 din lăţimea lunii pline.) ,

Fiecare dintre stelele componente este mai mică decît Soarele, dar ambele sînt destul de mari pentru a fi asemănătoare cu Soarele. 61 Cygni A arc o masă egală cu 0,6 din masa Soarelui, iar 61 Cygny B are o masă de 0,5 din masa Soarelui. Prima are un diametru de ' aproximativ **r** 0 000 km, iar cea de-a doua un diametru de aproximativ HOIJ 000 km. Ele sînt separate de o distanţă medie de proximativ 12 400 000 000 km, ceva mai mult decît dublul , tanţei medii dintre Soare şi Pluto, şi efectuează o rotaţie | mpletă în jurul centrului lor de gravitaţie o dată la 'U de ani. Dacă ne-am imagina planeta Pămînt pe o orbită jurai uneia dintre stelele din sistemul 61 Cygni la o ...innţă egală cu cea la care aceasta evoluează în jurul . arelui, cealaltă stea din sistemul 61 Cygni ar apărea pe HIIJ nocturn ca un obiect stelar strălucitor, fără un disc I ibil, fără a emite o cantitate semnificativă de radiaţii şi ă a produce efecte gravitaţionale semnificative.

Ne putem imagina cu uşurinţă ambele stele ale siste- ii Im 61 Cygni posedînd cîte un sistem planetar la fel de . n.piieat ca al Soarelui, fără a exista influenţe reciproce[19].[1] în acest caz, nu vom face apel exclusiv la speculaţii, luna dovadă privind existenţa unui obiect planetar în ui ul altei stele este legată de sistemul 61 Cygni. După iodul în care distanţa dintre cele două stele se i.nlifica printr-o oscilaţie în timpul rotaţiei a fost linsă prezenţa unui al treilea corp ceresc, 61 Cygni C. densitatea oscilaţiei a permis să se deducă existenţa >i>>i planete mari, cu o masă de 8 ori mai mare decît lui Jupiter.

Astronomii sovietici de la observatorul Pulkovo, **de** ingă Leningrad, au studiat cu atenţie orbitele stelelor ;m sistemul 61 Cygni, au măsurat neregularităţile n< ilaţiei şi au afirmat în 1977 că este vorba de afluenţa a *trei* planete. Ei consideră că 61 Cygni A are louă planete mari, una de 6 ori mai mare şi alta de pi ori mai mare ca masă decît Jupiter, în timp ce 61 vgni B are o planetă mare, de 7 ori mai masivă decît ■ipiter.

Aceste observaţii sînt executate la limita posibilită-

19 Dacă Pămîntul s-ar afla la fel de departe de una dintre ste- sistemului 61 Cygni ca de Soare, el ar trăi într-o veşnică epocă ilucl.'irâ. Pe de altă parte, dacă Pămîntul s-ar afla faţă de una Mutre stele la distanţa la care se află Venus faţă de Soare, Pâ- Hntul ar duce o viaţă foarte fericită.

b>r. Micile modificări ale mişcării stelelor din sistemul i Cygni abia pot fi observate, şi este foarte posibil ca l.i să fie produse numai de erori nesemnificative de ,â.surare sau interpretare.

Pînă una-alta. însă, şi mai ales pînă la perfecţiona^ metodelor de observare, putem crede că ambele stt ale unui sistem binar (stele asemănăteere cu Soar0 posedă planete, cel puţis. planete mari. Dacă exis planete mari, e foarte uşor să presupunem că exil o mulţime. de planete mai mici, de sateliţi, de astera şi de comete — toate prea mici pentru a influenta vizi' oscilaţia stelelor, i

Ar putea iară îndoială să existe şi sisteme- bîni în care stelele se găsesc ceva mai aproape decît cele_l sistemul 61 Cygni. j

Să ne gîndim la cele două stele ale sistemului bijţ Alpha Centauri. Alpha Centauri A are o masă egală! 1,8 din masa Soarelui, iar Alpha Centauri B are o mi egală cu 0,87 din masa Soarelui, -Cele două stele s despărţite de o distanţă medie de 3,5 miliarde de kij metri. Ele se rotesc în jurul centrului lor gravitaţiei comun pe orbite eliptice şi se apropie mult mai mult u de cealaltă în anumite condiţii. Distanţa maximă dinj cele două 'stele este de 5.3 miliarde de kilometri, ; distanţa minimă de 1,7 miliarde de kilometri. ■

Să presupunem că Alpha Centauri B se roteşte ' jurul Soarelui nostru aşa cum o face de fapt în jw lui Alpha Centauri A. Dacă am desena orbita luiAln Centauri B în raport cu Soarele, aceasta ar urmai traiectorie eliptică care ar duce-o cu mult dincolo orbita lui Ncptun în momentul îndepărtării maxime ţ de Soare ă foarte aproape de orbita lui Saturn la ap pierea max imă.

În asemenea condiţii, nici una dintre stele nu ar ai un sistem planetar complex aşa cum are acum Soare Planetele aflate la o distanţă egală cu cea a lui Jupi sau a celorlalte planete uriaşe, indiferent de steaua j jurul căreia s-ar roti, ar suferi influenţa gravitaţion. a celeilalte stole şi ar avea orbite instabile.

Pe de altă parte însă, ar putea exista un sistx planetar interior. Dacă Alpha Centauri B s-ar roti jurul Soarelui aşa cum se roteşte în jurul lui Alp Centauri A, noi, pămîntenii, nu ne-am da seama diferenţe dacă am ţine ochii închişi. Alpha Centauri ar fi un obiect stelar strălucitor, care ar avea apropierea maximă o strălucire

de 5 000 de ori n maro decît a-lunii pline şi de 1/100 din strălucii Soarelui. Ea ar contribui eu 0,1 pînă la 1% la căldli ■l imită de la Soare în raport cu porţiunea de orbită pe ■i ’e ş-ar găsi, ceea ce nu ne-ar deranja. Nici măcar ■(fluenţa' ei gravitaţională nu ar afecta 'semnificativ III bita Pămîntului.

La urma urmei, chiar şi Alpha Centauri B ar putea ivea un sistem planetar interior. O planetă aflată în li'ixsfera ei (care ar fi mai modestă ca dimensiuni decît kcosfera stelei Alpha Centauri A sau decît a Soarelui) ■u ar fi serios influenţată de celălalt corp ceresc mai Bare.

P Ca şi sistemul 61 Cygni, atît Alpha Centauri A, cît şi ■Jpha Centauri B ar putea avea ceea ce numim o Ircosferă utilă“, o ecosferă în care o planetă asemănătoare eu Pămîntul ar putea evolua fără a fi influenţată ■n punctul de v.edere al radiaţiei sau gravitaţiei de Mire cealaltă stea. '

[în 1978, Robert S. Harrington (cercetător la Observabilul Naval al S-.U.A.) ă publicat rezultatele unor Simulări pe calculator ale orbitelor din jurul stelelor •iible.

Dacă o stea asemănătoare cu Soarele face parte din iistemul stelei duble şi dacă distanţa dintre cele două <tcle este de cel puţin de 3,5 ori mai mare decît | Llstanţa dintre ecosfipră şi., steaua asemănătoare cu [oarele, avem de-a face cu o ecosferă utilă. în cazul ropriului nostru sistem solar, aceasta ar însemna că oarele ai* putea avea un însoţitor la o distanţă egală fu cea la care se găseşte planeta Jupiter, care să nu erei te o influenţă gravitaţională asupra Pămîntului. bacă acest însoţitor ar fi mai puţin strălucitor decît Llpha Centauri B, el nu ar avea o influenţă semnificativă Liupra Pămîntului din punctul de vedere al radiaţiei.

Există sisteme binare ale căror stele se găsesc chiar |nai aproape decît cele din sistemul Alpha Centauri. Cele |ouă stele ale sistemului binar Capella sînt separate de J distanţă de doar 84 000 000 km, distanţă mai mică ecît cea dintre Venusi şi Soare.

Nici una dintre stelele unui astfel dd sistem binar iu poate avea un sistem planetar aşa cum are Soarele, hbitele planetare din jurul uneia dintre stele ar fi nfluenţate gravitaţional de către cealaltă, devenind u Lfel instabile.

| Or, dacă o planetă s-ar afla destul de departe, ea fu s-ar roti în jurul vreuneia dintre stelei ci în jurul centrului

de gravitaţie comun ambelor stele. O aseme/ planetă s-ar comporta gravitaţional faţă de cele dc stele precum faţă de un singur obiect în formă halteră.

Harrington a efectuat calcule care arată că o plan situată la o distanţă de centrul de gravitaţie al sis mului binar de cel puţin 3,5 ori mai mare decit distai care separă cele două stele trebuie să aibă o orbită s bilă. în cazul sistemului Capella, o planetă pe o ort stabilă ar trebui să se găsească la cel puţin 300 000 000 1 de centrul de gravitaţie. ‘ '

într-un sistem binar strîns, atunci cînd ambele st ajung la o luminozitate totală adecvată, o asemenea < bită largă ar putea fi foarte bine cuprinsă în ecosfc comună ambelor stele. Iată deci şi un alt mod în care sistem binar ar putea avea o ecosferă utilă.

Există perechi de stele care se rotesc atît de aproa una în jurul celeilalte înеît nici cele mai prefecţiom telescoape nu le pot separa. Existenţa lor ca perec este descoperită numai prin spectroscopie, atunci gî: vedem că liniile întunecate ale spectrului se dublează şi unesc dc nenumărate ori.

Cea mai simplă explicaţie ar consta în presupune^ existenţei a două stele extrem de apropiate care se rotc una în jurul celeilalte, astfel înеît în timp ce una se î depărtează de noi, cealaltă se apropie. În acest caz, stea ar prezenta o deplasare spre roşu, în timp ce « laltă ar prezenta o deplasare spre violet, ceea ce ar pj duce dublarea liniilor spectrale. Un fenomen asemănă' produce lăţirea liniilor spectrale ale unei stele- aflate ’ rotaţie. Revoluţia a două stele este mai rapidă însă deţ rotaţia unei stele, astfel înеît lăţirea liniilor poate ajun| pînă la dublarea lor.

Prima asemenea stea „binară spectroscopie[14] observa vreodată a fost steaua Mizar ; în 1889, astronomul am' rican Edward Charles Pickering (1846—1919) i-a depist dublarea liniilor spectrale. De fapt, stelele componente a sistemului Mizar sînt separate de 164 000 000 km, distan net superioară celei dintre stelele sistemului Capei! Perechea de stele Mizar nu era văzută prin telescop pereche numai din cauza distanţei foarte mari la ca se află.

Stelele componente ale unor sisteme binare spectr scopic sînt şi mai aproape una de cealaltă. Ele se p afla la o distanţă de un milion de kilometri una ele cealaltă, atingîndu-se aproape, efectuînd o rotaiie completa În

jurul centrului de gravitaţie în numai câteva ore.

Dacă ne-am putea imagina în locul Soarelui două .■iţele, fiecare dintre ele avînd doar jumătate din strălucirea acestuia, despărţite de o distanţă de numai 42 700 000 km — mai puţin decît distanţa dintre Soare şi Mercur —, am avea de-a face cu un Pămînt aflat pe o orbită stabilă. Planetele situate la depărtări mai mici, precum Mercur şi Venus, nu ar putea, în aceste condiţii, să-şi menţină stabilitatea orbitei, spre deosebire de Pămînt.

într-un asemenea caz însă, masa totală a celor două stele ar fi rnai mare decît masa Soarelui, iar perioada de revoluţie a Pămîntului ar fi cu mult mai scurtă decît un an. Mai mult, cele două stele aflîndu-se la distanţe mereu variabile, anotimpurile terestre ar prezenta variaţiuni mult mai complicate decît cele pe care le cunoaştem. Nici unul dintre aceşti factori însă nu ar face Pămîntul inospitalier vieţii.

Ei bine, oare cîte stele asemănătoare cu Soarele, a fia te în Galaxia noastră, au ecosfere utile ?

Pentru început putem considera că toate stelele asemănătoare cu Soarele, care evoluează singure, au ecosfere utile, ceea ce înseamnă dintr-o dată 30 de miliarde.

Am eliminat din cadrul sistemelor binare toate stelele asemănătoare cu Soarele care au drept însoţitor o stea uriaşă (sau o stea mică şi densă care reprezintă rămăşiţele comprimate şi condensate ale unei stele uriaşe caro **a** explodat).

Dintre cele 18 miliarde de stele asemănătoare cu Soarele aflate în asociaţie binară cu alte stele asemănătoare cu Soarele, putem aprecia că o treime posedă ecosfere utile. Asta ar însemna că în aceăstă categorie intră 6 miliarde de stele. Aş spune că s-ar putea să existe (repet, s-ar putea) 4 miliarde de sisteme binare compuse din cîte două stele asemănătoare cu Soarele, în care doar steaua mai mare are o ecosferă utilă, şi un miliard de sisteme binare de acest fel, în care ambele stele asemănătoare cu Soarele ar avea o ecosferă utilă.

Ce putem spune însă despre sistemele binare în care o stea asemănătoare cu Soarele este asociată cu o stea pitică ? Ajunsesem la concluzia că există 25 de miliarde de asemenea sisteme binare în Galaxie. O stea pitică va influenţa mult mai puţin un sistem planetar, fie gra vitaţional, fie prin radiaţie, decît o stea mai mare. Ar

putea deci susţine' fără a exagera că % dintre stelei asemănătoare cu Soarele au ecosfere utile, ceea ce a însemna aproximativ 16 miliarde de stele.

Am ajuns astfel la cea de-a patra cifră :

3) *Numărul de stele asemănătoare Soarelui aflate* ţ *Galaxia noastră .şi care .au o ecosferă utilă* = 52 *000 000* OtM

Populaţii dc stele

Nu am terminat încă. Chiar dacă o stea asemănătoaţ cu Soarele are o ecosferă utilă, s-ar putea să nu exişi nici o planetă asemănătoare cu Pămîntul în acea ecosferi Stelele sînt diferite nu numai ca masă, luminozitate ' mod de asociere. Ele diferă şi din punctul de vedere i compoziţiei chimice.

Atunci cînd s-a format Universul, în urmă cu vre 15 miliarde de ani, materia pare să se fi împrăştiat pornin de la o masă centrală în explozie. La început, materi eră compusă aproape în întregime din hidrogen, cel mţ simplu element, la care se adăugau cîteva. procente d heliu, element situat pe locul imediat următor din puneţi de vedere al complexităţii. Practic, pe atunci nu exist nici unul dintre elementele mai grele,)

Materia primprdială, formînd o masă de gaze d dimensiunile Universului, s-a scindat în. părţi turbulent! fiecare de mărimea unei galaxii. Din aceste protogalaxi s-au format stelele diferitelor galaxii. |

Dacă ne ocupăm de oricare dintre aceste mase de gaj de dimensiunile unei galaxii, observăm că regiunile cea trale erau mai dense decît regiunile periferice. Gazul diţ regiunile centrale s-a separat destul de uniform în maţ mici, de dimensiuni stelare, fiecare fiind destul de aproap de cealaltă, astfel îneît nici una din masele de dimensiuni stelare nu putea colecta mai multă materie decît oricas alta. S-au format în acest fel foarte multe stele, toat de mărime mică sau mijlocie ; nici una dintre ele nu en uriaşă. Mai mult decît atît, aproape tot gazul a fost adunq de către stele, astfel îneît regiunile interstelare din centru Galaxiei erau aproape complet lipsite de gaze.

Aceste stele, caracteristice regiunii centrale a unt galaxii, se numesc stele din populaţia II.

 în regiunile aflate la distante moderate în raport cu

Centrul nu există suficiente gaze pentru a forma o aglomerare uniformă şi continuă de stele. Gazele se împrăştie Iu cîteva sute de zone mici, relativ dense, şi din fiecare il intre acestea se formează cîte un grup compact de 10 000 pînă la 1 000 000 de.stele. Acesta este modul de jnrmare al unei „îngrămădiri globulare". îngrămădirile globulare constituie un înveliş sferic în jurul centrului Enlactic şi nu conţin aproape' deloc praf cosmic ; stelele În asemenea îngrămădiri aparţin şi ele populaţiei II.

Trebuie să reţinem, în legătură cu stelele din populaţia , că ele s-au format dintr-un gaz care era în cea mai hiane parte compus din hidrogen, puţin heliu şi nimic altceva. Sistemele planetare care s-au format în jurul |mor astfel de stele trebuie să fie alcătuite din planete bu o structură chimică asemănătoare. Planetele care se Jnrmează în jurul stelelor din populaţia II ar trebui să bibă o compoziţie asemănătoare cu cea a lui Jupiter şi Ba turn, lipsindu-le însă mixtura îngheţată — apă, amoniac, metan — caracteristică acestor planete.

Nu ar putea exista, obiecte cosmice mici în aceste sisteme planetare, întrucît aceste obiecte cosmice mici nu •r avea o atracţie gravitaţională suficientă pentru a ret ine hidrogenul şi heliul, singurele elemente disponibile.

Nu ar exista nici viaţă, fiindcă pentru viaţă (aşa cum ii cunoaştem) este nevoie de elemente precum carbonul, iixigenul, azotul şi sulful, care nu sînt prezente în canti-|A|.i apreciabile în sisteme planetare din populaţia II.

Desigur, cu timpul se formează şi elementele mai 5rele. Pe măsură ce o stea din populaţia II străluceşte timp e miliarde de'ani, în miezul ei se formează, datorită *r»* Hoţiilor de fuziune, elemente grele, inclusiv cele, neapâ- i MI. necesare vieţii.

Aceste elemente grele sînt însă inutile pentru viaţă II ti La vreme cît rămîn în miezul stelelor.

în cele din urmă însă, o stea va părăsi secvenţa principală, va suferi o expansiune şi apoi un colaps. Dacă steaua ^•Le mică, nu cu mult mai mare decît Soarele nostru, pnlapsul nu e însoţit de explozie, şi se naşte o pitică albă. În timpul colapsului însă, aproape o cincime din masa ■teici se transformă într-un nor de gaze care înconjoară pitica albă. Rezultă ceea ce se numeşte o nebuloasă pla- ■u-tară. învelişul de gaze aflat în expansiune se împrăştie k>nt în spaţiu, pînă cînd devine prea rarefiat pentru putea fi detectat vizual;

tot ce mai rămîne este pitica alt

Dacă o stea are o masă mai mare decît dc 1,4 ori ma Soarelui, ea explodează în timpul colapsului. Cu cît stern este mai masivă, cu atît explozia este mai violentă, asemenea explozie de supernovă poate transforma pî: la 9/10 din masa unei stele în vîrtejuri de gaze lansa în spaţiu.

Gazul care se împrăştie în spaţiu, indiferent dacă pr vine dintr-o nebuloasă planetară sau dintr-o supernor conţine cantităţi apreciabile de elemente mai complicai Procesul exploziei supernovelor produce în mod speci elementele complicate care nu" se formează în centr unor stele cu maturizare lentă aflate în timpul secvenl principale. În centrul acestor stele nu se formează el mente mai grele decît fierul, în timp ce episodul foar scurt al exploziei supernovei produce elemente precu uraniul, şi chiar mai grele decît acesta.

Stelele din populaţia II nu sînt însă prea masive întrucît conţin de Ia bun început un procent relativ ma de hidrogen, ele se menţin multă vreme în secvenţa pri: eipală. în timpul color 15 miliarde de ani care s-au seu de la marea explozie iniţială, aproape toate aceste ste s-au menţinut în cadrul secvenţei principale, elemente grele rămînînd ascunse în miezurile lor.

Am putea deduce în consecinţă că centrele galaxiil sînt nişte locuri liniştite, unde nu se întîmplă nimic • ceea ce ar reprezenta o deducţie fundamental greşită.

în 1963 au fost descoperiţi quasarii. Ei sînt obiec cosmice asemănătoare cu stelele ; cînd au fost descoperi se credea că nu sînt decît nişte stele palide din propr noastră Galaxie. Ei s-au dovedit însă a fi situaţi la distan de peste un miliard de ani-lumină, mult mai departe deţ oricare dintre galaxiile vizibile. Pentru a putea fi văzv la o asemenea depărtare, quasarii trebuiau să străluceas- de 100 de ori mai intens decît o galaxie obişnuită. Totu ei sînt obiecte cosmice mici — cu un diametru de cel mt 1 sau 2 ani-lumină — faţă de diametrele de multe mii < ani-lumină caracteristice galaxiilor obişnuite.

Cele mai recente cercetări par să vină în sprijin ideii că quasarii sînt centre galactice strălucitoare, înconj" rate, desigur, de structura exterioară a unei gala: obişnuite. Numai că la distanţele uriaşe la care se găse quasarii doar centrul strălucitor este vizibil.

Se naşte deci întrebarea : ce poate tace un centru galactic să strălucească atît de intens ?

Se pare că centrele galaxiilor sînt destul de des scena unor evenimente violente. Unele centre galactice explodează vizibil ; altele lansează uriaşe fascicole de ■.înde radio provenite din surse aflate de o parte şi de alta a centrului, ca şi cum o explozie ar fi aruncat materie în toate direcţiile.

Toate centrele galactice sînt strălucitoare, însă unele sînt mai strălucitoare decît celelalte. Studiind galaxii din ce în ce mai îndepărtate, ajungem la un punct de la care nu mai putem vedea decît cele mai strălucitoare centre galactice : quasarii.

Ce să fi stîmit oare o asemenea violenţă printre paşnicele stele ale populaţiei II ?

Nimic, dacă ar fi lăsate în pace ; numai că nu sînt lăsate în pace. în zonele aglomerate ale centrelor galactice stelele sînt de un milion de ori mai îngrămădite decit în zona noastră, situată la periferia galaxiei. Stelele din centrul Galaxiei pot fi separate de distanţe medii de doar 70 de miliarde de kilometri, de 10 ori mai mult decît distanţa dintre Soare şi Pluto.

în asemenea condiţii de aglomeraţie, ciocnirile şi întîl- nirile nu sînt nişte rarităţi. Transferul şi captura de masă pot duce la formarea unor stele extrem de masive care explodează rapid, eliberînd energii cai^e duc la o adevărată reacţie în lanţ de explozii şi de formare a unor „găuri negre". Acestea reprezintă ultima fază a condensării stelare (vezi şi cartea mea *Prăbuşirea Universului).*

Gaura neagră reprezintă materia ajunsă la un maximum de densitate şi are un cîmp gravitaţional atît de intens, înеît nimic nu poate să-i părăsească suprafaţa, nici măcar lumina.

Dacă o gaură neagră se formează în condiţii în care este înconjurată de materie (precum în centrele galactice), acea materie se scurge constant sub forma unui curent spiralat în gaura neagră, emiţînd raze X şi alte radiaţii încărcate de energie în timpul procesului. (Radiaţia este emisă înainte ca materia să. pătrundă în gaura neagră, astfel înеît ea se poate propaga în spaţiu.) Gaura neagră creşte ca masă, ajungînd în cele din urmă destul de mare pentru a putea înghiţi stele întregi.

Există o sursă foarte puternică de radiaţie chiar în centrul propriei noastre Galaxii, care ai' putea fi foarte bine u gaura neagra, cu o masă egală cu masa a 100 000 000 de stele. Pare foarte probabil, după cum s-a

afirmat în 1978, ta galaxia uriaşă M87 să aibă în centru o gaură neagră cu a masă egală cu cea a 10 miliarde de stele. S-ar putea chiar ca fiecare galaxie şi fiecare îngrămădire globulară să aibă în centru o gaură neagră.

Asemenea evenimente violente petrecute în centrul galaxiilor ar putea produce atomi grei răspîndindu-i în spaţiu, dar la ce bun ? Astfel de evenimente violente emit cantităţi enorme de radiaţii purtătoare de energie, făcînd astfel imposibilă viaţa (aşa cum o cunoaştem) pe o rază de mulţi ani-lumină.

Regiunile aparţinînd populaţiei II sînt <ie două ori neadecvate vieţii, ţinînd seama de compoziţia chimica şi de energia radiaţiilor.

Să ne ocupăm acum de periferie, de zonele pe care nu le ating violenţa şi radiaţia din centru.

Aleii gazul primordial era relativ rarefiat şi neuniform distribuit. Din acest motiv, formarea stelelor a fost dezordonată. s-au format stele gigantice într-un număr imposibil de imaginat în condiţiiţe din centru. (S-au format, desigur, şi multe stele mici şi mijlocii.)

Stelele de la periferia unei galaxii, printre care multe stele uriaşe, răspindite neuniform în spaţii mult mai vaste decît cele din regiunile centrale, sînt cunoscute sub numele de stele din populaţia IMai mult decît atît, există zone periferice în care gazele erau prea rarefiate pentru a se condensa cu uşurinţă. De aceea, pînă în ziua de azi, zonele de la marginea galaxiilor care conţin stele din populaţia I sînt foarte bogate în nori de gaze şi praf.

Stelele<iin populaţia I erau Ia origine compuse tot din hidrogen şi heliu, ea şi stelele din populaţia II. Exista însă o diferenţă, şi anume :

Stelele gigantice care, s-au format la periferia galactică nu au rămas multă vreme în secvenţa principală. Cîteva sute de mii de ani pentru adevăraţii monştri ; cîteva milioane de ani pentru titani ; cel mult un miliard de ani pentru cele pur şi simplu uriaşe.

Atunci cînd au ieşit din secvenţa principală, s-au dilatat şi apoi s-au contractat, au explodat în supernove de o violenţă inimaginabilă. Uriaşe cantităţi de gaze conţinînd cantităţi semnificative de elemente complexe s-au răspîn-

[1] Aceste stele au fost încadrate în clasa I întrucît seamănă foarte bine cu stelele din propria noastră regiune a Galaxiei;

dit în spaţiu, adăwgîndu-se la norii de gaze necondensate care se aflau acolo. ' ' -

Asemenea explozii se petrec mereu la marginea galaxiilor, numai că stelele de la periferie se găsesc la distanţe atît de mari una de cealaltă, îneît supernovele nu afectează în mod serios alte stele, decît cel mult vecinele lor.

De la apariţia Galaxiei noastre s-au produs la periferia ei poate peste 500 000 000 de explozii de supernove. Aceste 500 000 000 de explozii au îmbogăţit foarte mult spaţiul cu elemente complexe, contribuind şi la mărirea densităţii norilor de gaze şi praf care existau de la bun început. Poate că forţa exploziilor este cea care a iniţiat turbulenţele şi comprimările din norii de gaze, care aveau să ducă la formarea unei noi stele sau a unor noi grupuri de stele.

Stelele noi. formate din nori de gaze conţinînd demente produse de o stea mai veche, care a răspîndit aceste elemente. în timpul propriei agonii, se numesc stele din generaţia a Ii-a. Soarele nostru, care s-a format în urmă cu 5 miliarde de ani, pe cînd Galaxia noastră avea o vîrstă de peste 10 miliarde de ani, şi după ce muriseră sute de milioane de stele, este o stea din generaţia a Il-a.

Norul din care se formează stelele din generaţia a Il-a conţine elementele din care se formează gheţurile, rocile şi metalele, puţind astfel produce sisteme planetare asemănătoare cu propriul nostru sistem solar.

în căutarea noastră de stele asemănătoare cu Soarele, capabile că joace rolul de incubator al vieţii, va trebui deci să eliminăm stelele din populaţia II şi chiar multe din stelele aparţinînd populaţiei I. Ne vom referi deci doar la stelele din populaţia I, aparţinînd celei de-a Il-a generaţii.

Stelele din -populaţia II sînt prezente într-o mică parte din volumul total al unei galaxii, în regiunile centrale compacte şi în îngrămădirile globulare aproape la fel de compacte. Toate spaţiile imense ale regiunilor periferice reprezintă domeniul stelelor din populaţia I.

Ceea ce nu este însă atît de impresionant pe cît pare. 80% dintre stelele unei galaxii se află în regiunile centrale compacte şi în îngrămădirile globulare.

Am putea afirma că jumătate din cele 20% dintre stelele aflate în regiunile populaţiei I aparţin celei de-a Il-a generaţii. Aceasta înseamnă că 10% dintre toate stelele asemănătoare Soarelui, care au ecosfere utile, sînt stele aparţinînd celei de-a Il-a generaţii a populaţiei I care ar putea avea planete asemănătoare cu Pămîntul

în jurul lor.

Ceea ce ne duce la a cincea cifră : '

4) *Numărul de stele din generaţia a dozta din populaţia I asemănătoare cu Soarele, cu o ecosferă utilă, aflate în Galaxia noastră* = 5 *200 000 000.*

Ecosferă

Chiar dacă o stea este un incubator perfect, chiar dacă ea este din toate punctele de vedere o copie perfectă a Sparelui nostru, nu e suficient. E nevoie nu numai de un incubator, ci şi de un material care să fie incubat. Pe scurt, este necesară existenţa unei planete pe care viaţa să se poată dezvolta sub radiaţia binefăcătoare a stelei pe care aceasta o înconjoară.

Am stabilit cu precizie că, practic, fiecare stea are un sistem planetar, astfel îneît există 5.200 000 000 de stele din generaţia a Il-a, populaţia I, asemănătoare Soarelui, în Galaxia noastră, care au planete — dar unde se găsesc aceste planete ?

O stea anume ar putea fi un incubator perfect, dar unele din planetele ei s-ar putea găsi prea aproape de ea, fiind astfel prea fierbinţi pentru viaţă, în timp ce altele s-ar putea afla prea departe, fiind astfel prea reci pentru viaţă. S-ar putea chiar ca în ecosferă stelei să nu existe nici o planetă pe care să existe apă în stare lichidă.

Care să fie oare şansele unei stele de a avea o planetă, cel puţin una, în interiorul propriei ecosfere ?

Raţionamentele noastre sînt îngreunate de faptul că nu cunoaştem în detaliu decît un singur sistem planei tar, — al nostru. Pe lîngă asta, nu avem nici o posibilitate de a afla detalii legate de vreun alt sistem planetar. Puţinele planete pe care credem că le-am detectat în jurul unor stele apropiate sînt cît Jupiter sau chiar mai mari.

Asemenea planete gigantice sînt singurele pe care le putem detecta pe moment, cu mari greutăţi şi cu destulă incertitudine. E imposibil să afirmăm cu siguranţă că există planete situate în interiorul ecosferei unor astfel de stele, planete care să fie destul de aproape de stea şi destul de mici ca dimensiuni pentru a fi asemănătoare cu Pămîntul

.Sîntem obligaţi să revenim la ce avem, la propriul nostru sistem planetar. S-ar putea întîmpla ca el să reprezinte o structură bizară, eu totul atipică, imposibil de folosit ca termen de referinţă, numai eă nu avem nici un motiv să credem asta. Sîntem ispitiţi să urmăm principiul mediocrităţii şi să presupunem că sistemul planetar în care ne găsim este tipic şi poate fi folosit drept termen de referinţă.

Există speranţe că nu sîntem victimele unor prejudecăţi, că nu ne îmbătăm cu apă rece. Speranţele ni le-a oferit astronomul american Stephen H. Dole folosind un calculator electronic. Pornind de la un nor de praf şi gaze, cu masa şi densitatea bănuite a reprezenta datele caracteristice ale norului care se găseşte la originea sistemului solar, el a programat mişcările aleatorii, coales- cenţa particulelor la coliziune, efectele gravitaţionale etc. Computerul a dedus rezultatele finale.

Calculatorul electronic a descifrat scenariile eventuale, în fiecare dintre cazurile plauzibile s-a format un sistem planetar foarte asemănător cu al nostru. Existau 7 pînă ■a 14 planete, planetele mici aflîndu-se aproape de Soare, planetele mari mult mai departe, urmate de alte planete mici, şi mai departe. În aproape toate cazurile se forma o planetă cu o masă cam cît cea a Pămîntului, cam la distanta la care se află Pămîntul faţă de Soare, în timp ce planete asemănătoare cu Jupiter din punctul de vedere al masei apăreau la distanţe foarte apropiate de distanţa care îl separă pe Jupiter de Soare şi aşa mai departe.

Adevărul este că, dacă amestecăm o diagramă a sistemului solar printre diferitele simulări ale calculatorului, ne este foarte greu să le deosebim, să spunem care este cea reală şi care cea simulată.

Greu de Spus cît putem crede şi ce .importanţă putem acorda simulărilor pe calculator ; pe cît ştim noi însă, ele atribuie culoarea adevărului principiului mediocrităţii, cel puţin în acest caz.

Dacă ne studiem propriul sistem planetar plecînd de la presupunerea că el reprezintă un caz tipic, vedem că planetele se mişcă pe orbite aproape circulare, relativ îndepărtate una de cealaltă, şi că orbita unei planete nu se suprapune cu orbita altei planete apropiate.

Pare rezonabil, întrucît orbitele prea apropiate s-ar dovedi, pînă la urmă, instabile. Pe lîngă efectele coliziunilor mai există şi efectele gravitaţionale care

tind, toate, să îndepărteze lumile. încă din cea mai timpurie perioadă a sistemului solar.

Asta înseamnă că este cu totul improbabil să găsim foarte multe lumi înghesuite în,ecosferă unei stele precum Soarele. Nu de alta, dar ecosferă nu e destul de încăpătoare pentru aşa ceva. Am putea, făcînd apel la intuiţie, să bănuim că este puţin probabil şă găsim mai mult de; o planetă în interiorul ccosfeiei, după ce lumile şi-au. terminat procesul de separaţie ; poate, cel mult, două, dacă se întîmplă să avem de-a face cu o planetă dublă, cum ar fi Pămîntul şi Luna.

Cum se potrivesc toate acestea cu sistemul nostru planetar ?

Aici, de exemplu, Pămîntul se găseşte cu siguranţă în interiorul ecosferei Soarelui, altfel dumneavoastră şi cu mine nu am-exista pentru a ridica această problemă.

Pînă în urmă doar cu o generaţie se credea că ecosferă ar^ o profunzime de 100 000 000 de kilometri, întrucît se presupunea că, deşi Venus este incomod de fierbinte, iar Marte incomod de rece, ambele posedă medii ale căror caracteristici nu sînt chiar extreme şi nu interzic prezenţa vieţii.

Nu e a.şa. Venus suferă de un caz galopant de efect de seră şi este mult prea fierbinte pentru a adăposti viaţa. Marte ar putea fiîntr-o permanentă epocă glaciară, fiind prea rece pentru viaţă. Asemenea condiţii pot fi provocate, mai exact pot fi declanşate, de cauze în aparenţă minore.

Dacă e aşa, ecosferă Soarelui ar putea fi chiar mai modestă' decît credem. Într-adevăr, în 1978 un cercetător de la NASÂ, Michael Hart, a simulat pe calculator întreaga istorie a Pămîntului şi, dacă presupunerile dş la care a pornit sînt corecte, ca şi programarea calctitatorului, atunci s-ar părea că Pămîntul, într-o; etapă a istoriei sale, a scăpat de efectul de seră ca prin urechile acului, aşa cum, în altă etapă a istoriei sale, a scăpat, tot ca prin urechile acului, de o epocă glaciară permanentă. Dacă s-ar fi găsit ceva mai aproape sau ceva mai departe de Soare, Pămîntul ar fi căzut pradă unuia sau altuia dintre aceste fenomene. Cifrele lui Hart par să indice că ecosferă Soarelui are o profunzime de doar 10 000 000 de kilometri şi că numai datorită unei întîmplări fericite Pămîntul se află în interiorul acesteia.

Ei bine, ce mai putem spune ? Dacă ecosferă este

destul de mare (chiar dacă nu este suficient de mare pentru a include fie pe Venus,' fie pe Marte), atunci, bazîndu-ne pe simularea pe calculator a sistemelor planetare efectuată de Dole, e aproape sigur că o planetă se va ‘ferma pe undeva, într-un sistem solar. Probabilitatea este **apro**ximativ **1.**

Pe de altă parte, dacă simularea pe calculator a trecutului Pămîntului, efectuată de Hart, este corectă, pare foarte probabil că nici o planetă>nu se va forma în interiorul ecosferei şi că toate planetele din apropierea stelei vor semăna cu Venus sau cu Marte şi numai rareori cu Pămîntul. în acest caz, probabilitatea existenţei unei planete în interiorul ecosferei tinde spre zero.

Rezultatele simulărilor pe calculator sînt prea recente şi, cine ştie, poate prea vagi pentru a ne permite să înclinăm ferm spre optimism sau spre pesimism. Ar fi ideal să alegem o cale de mijloc şi să presupunem că probabilitatea existenţei unei planete în interiorul ecosferei este apropiată de 0,5, adică una din două.

Ajungem astfel la a şasea cifră :

5) *Numărul de stele din generaţia a doua din populaţia* **I,** *aflate în Galaxia noastră, care au o ecosferă utilă şi o planetă pe o orbită situată în interiorul acestei eco- sfere=2 600 000 000.*

I

Habi labilitate

Simpla prezenţă â unei planete în interiorul unâ ecosfere nu înseamnă că planeta este capabilă să adăpostească viaţa, cu alte cuvinte că este locuibilă.

Ne putem convinge de acest fapt chiaivîn cazul propriului nostru sistem solar. Faptul că Pămîntul este singura planetă din sistemul solar situată, evident. în interiorul ecosferei stelei în jurul căreia se roteşte este foarte clar. Definiţia cuvîntului *planetă* însă ne împiedică parţial să observăm că există *două* lumi în interiorul ecosferei.

Luna, la drept vorbind, nu este o planetă, întrucit se roteşte în jurul Pămîntului (sau, mai exact, în jurul centrului de gravitaţie al sistemului Pămînt-Lună, în jurul căruia se roteşte şi Pămîntul), dar este o lume. Mai

mult, e o lume la fel de ferm situată în interiorul ecosferei, ca
>i Pămîntul, şi totuşi Luna nu este o lume locuibilă [1].

Masa Lunii este cu siguranţă mult prea mică pentru a o face locuibilă, întrucît această masă mică nu îi permite să reţină o atmosferă sau apă în stare lichidă. Ce putem insă spune despre.masele planetelor ?

Aşa cum am văzut la stelele din populaţia II, în cazul cărora singurele materiale disponibile pentru formarea planetelor sînt hidrogenul şi heliul, singurele planete posibile ar părea să fie giganţii cu o masă egală sau mai mare decît Uranus. Altfel, nu ar exista un cîmp gravitaţional suficient de intens pentru a reţine hidrogenul şi heliul.

în cazul stelelor din populaţia I, singurele pe care le considerăm capabile să joace rolul de incubatoare ale vieţii, avem de-a face cu metale, roci şi gheţuri, pe lîngâ hidrogen şi heliu, ca materiale care intră în structura planetelor. Şi în acest caz, doar planetele gigantice pot folosi hidrogenul şi heliul, şi tocmai din acest motiv sînt ele planete gigantice.

Pe de altă parte, în cazul stelelor din populaţia I se pot forma şi lumi mai mici, de dimensiuni diferite, din metale, roci şi gheţuri, întrucît acestea se menţin unite prin alte forţe decît cea a gravitaţiei. '

Cit de mari pot fi aceste lumi mai mici ?

Nu prea mari, fiindcă chiar printre stelele din generaţia a Il-a din populaţia I cantitatea de alte materiale decît hidrogenul şi heliul este relativ mică şi nu poate fi folosită pentru a clădi o lume mare. Dacă ar putea, aceste stele ar aduna hidrogen şi heliu şi ar deveni lumi gigantice.

Simularea pe calculator a formării planetelor efectuată de Dole pare să arate foarte clar că în interiorul ecosferei Soarelui se vor forma numai planete relativ miei, şi nu giganţi.

Dar cît de mare şi cît de 'masivă poate fi o planetă negigantică ?

Dacă excludem cele patru planete uriaşe din sistemul solar (şi Soarele, bineînţeles), atunci cel mai mare corp din sistemul solar nu este altul decît Pămîntul.

[1] Apreciem habi labilitatea unei lumi după posibilitatea apariţiei vieţii pe ea şi întreţinerea vieţii independent de alte lumi. Dacă oamenii vor reuşi să stabilească o bază pe Lună, aceasta nu va însemna că Luna este locuibilă, ci că oamenii

sînt posesori de tehnologie şi inteligenţă.

Pămîntul este, în consecinţă, probabil foarte aproape ir limita superioară a masei pe care o pot atinge planetele •H uriaşe, care nu sînt compuse din-hidrogen.

O planetă ceva mai marc ca Pămîntul, dai' nu cu mult nmi mare, ar putea, dacă toţi ceilalţi factori corespund, fie locuibilă. Singura consecinţă inevitabilă a masei îmi mari ar consta într-un cimp gravitaţional ceva mai tnlrns care s-ar putea traduce printr-o atracţie gravitaţio- «nlă ceva mai ridicată pe suprafaţă. Nu avem nici un fiul iv să credem că viaţa nu s-ar putea adapta unei atracţii gravitaţionale ceva mai ridicate pe suprafaţa unei jiu nete.

La urma urmei, viaţa terestră a evoluat în ocean, unde hi fluenţa gravitaţiei este minoră. Organismele vii au ni vida t uscatul, unde influenţa gravitaţiei este majoră, dar ÎMI numai că s-au descurcat, ci au şi evoluat spre metode ti' mişcare rapidă, în pofida gravitaţiei. O atracţie gvavita- nnală ceva'mai intensă la suprafaţă nu ar putea în nici «n caz să înfrîngă o viaţă care a dovedit o asemenea iluiloare adaptabilitate pe singura planetă pe care o dem studia în detaliu.

Oacă avem însă de-a face cu o lume ceva mai masivă tecii Pămîntul, dar şi ceva mai puţin densă, astfel îneît •uprafaţa ci se află mai departe de centru decît ne-am • tvpta în condiţii terestre, atunci atracţia gravitaţională h suprafaţă ar putea să nu fie mai mare decît cea de pe l'Ainînt, ba chiar ar putea să fie ceva mai slabă.

Putem ajunge deci la concluzia că într-o ecosferă în mie căldura stelei nu este destul de mare pentru a face imposibilă colectarea hidrogenului şi heliului nu se formează planete care sînt prea masive pentru a adăposti viaţa.

Se pot forma lumi insuficient de masive, ca, de exemplu, Luna, dar ce înseamnă insuficient de masive ?

Pentru a susţine viaţa, o lume trebuie să fie destul le masivă pentru a genera un cîmp gravitaţional destul de iib-ns ca să poată reţine o atmosferă substanţială — nu | i>ar de dragul atmosferei ca atare, ci fiindcă doar pre- «nnţa acesteia poate face posibilă existenţa lichidelor pe suprafaţă.

în sistemul solar sînt. exact patru lumi negigantice cu atmosfere substanţiale : Pămîntul, Venus, Marte şi Titan.

Venus, a cărei masă reprezintă 0,82 din masa

Pămîntu- lul, are o atmosferă cu mult mai densă decît cea terestră (dar este nelocuibilă din alte motive). Marte, a cărui ma reprezintă 0,11 din masa Pămîntului, are o atmosf^ foarte rarefiată, care,'deşi substanţială, este evide insuficientă pentru orice altceva decît pentru cele ni simple forme de viată. Titan, a cărui masă este de 0,j din masa Pămîntului, are o atmosferă care ar putea fi <e| mai substanţială decît atmosfera marţiană, dar care ex^s numai fiindcă Titan se .găseşte cu mult dincolo de limită ecosferei. •

în interiorul ecosferei, o lume îşi poate menţine; atmosferă adecvată cliiar dacă nu este la fel de masi ca Pămîntul, trebuind însă să fie mai masivă' decît Mă rj O masă care să reprezinte 0,4 din masa Pămîntului putea fi suficientă. j

în interiorul şi în‘apropierea ecosferei Soarelui exil patru lumi de mărimi considerabile : Pămîntul, Veni Marte şi Luna. (Mai există corpuri cereşti cu dimensâu nesemnificative, aşa cum sînt cei doi sateliţi ai lui Mari apariţii periodice de asteroizi şi comete, dar acestea p fi ignorate, întrucît nu sînt semnificative.) Dintre aceşti patru, Pămîntul şi Venus depăşesc cifra menţionată] 0,4, în timp ce Marte şi Luna nu o ating, j

Dacă folosim .principiul mediocrităţii şi consideri] această situaţie drept' o mostră semnificativă a situaţi generale din Univers, putem trage concluzia că din toţ lumile aflate în ecosfere adecvate din jurul unor st» adecvate, doar jumătate au o masă care să le poată fd locuibile.

Dacă în ecosferă există o lume cu o masă adecva multe din caracteristicile ei vor fi neîndoielnic asemăr toace cu cele ale Pămîntului. Ea ar fi, de exemplu, pi caldă pentru a permite existenţa unor cantităţi - substanţi, de materie îngheţată în stare solidă ; dacă această mate ar fi în stare lichidă sau gazoasă, cîmpul gravitaţional lumii nu ar avea o intensitate suficientă pentru a o pu reţine. De aceea, o lume cu o masă adecvată situată ecosferă va fi compusă mai cu seamă din roci sau din r şi metale, aşa cum sînt toate lumile din sistemul su interior.

Apa, acea materie îngheţată care se topeşte şt fiei la

cea mai ridicată temperatură, care este cea mai răsp

jste, cţin toate aceste trei motive, forma do gheaţă *ra* fi cel mai probabil păstrată. De aceea lumile cu =ă adecvată aflate în ecosferă au toate şansele să pe suprafeţele lor mari cantităţi de apă în stare să, lichidă^ şi solidă. Ele vor avea oceane, care vor ci cel puţin o parte a suprafeţei.lor. _____

: scurt, o lume situată în ecosferă^ care are o masă a tă va fi „precum. Pământul'".

scă una din două lumi aflate în ecosferă este precum itul, ajungem la cea de-a şaptea cifră :

Numărul de -stele din generaţia a doua din populaţia nănătoare cu Soarele, aflate în Galaxia noastră, care ecosferă utilă şi o *planetă precum Pământul pe o din interiorul acelei eeosfere — 1 300 0'00 000.*

ilar şi o planetă asemănătoare cu Pământhl din ul de vedere al temperaturii şl structurii ar putea ocuibilă dinlr-o mulţime de motive minore. Ea nu tea adăposti viaţa dacă ar fi supusă, de exemplu, condiţii extreme de mediu.

presupunem, că o planeta este situată la o distanţă : în raport cu Soarele, exact în mijlocul ecosferei.

însă o orbită extrem de excentrică. La un capăt al ;i ea s-ar putea, apropia atît de mult de Soare, înelt nge limita interioară a ecosferei, în timp ce la celă- apăt al orbitei s-ar putea îndepărta suficient de pentru a depăşi limita exterioară, a ecosferei. O ^■nenea planetă ar avea o vară scurtă, însă incredibil de «linte, oceanele ei ar fierbe, şi o iarnă lungă, îngrozi- i&de friguroasă. în timpul căreia oceanele ar începe să >&tfţe.

fcferputem imagina dezvoltarea unei vieţi care să reziste □ ■ţ* astfel, de extreme; dar pare mai rezonabilă presupu- că ea nu ar rezista.

■k alte condiţii extreme ar putea micşora_ şansele apa- flp vieţii — dacă axa de rotaţie a planetei, ar fi foarte ftnată faţă de verticală (în raport cu planul mişcării Revoluţie în. jurul stelei proprii), cea mai mare parte a «efeţei planetei ar fi luminată timp de jumătate de Îţi s-ar afla în întuneric toată cealaltă jumătate a

Bfcltă posibilitate : dacă rotaţia unei planete este foarte B| în jurul propriei axe, atunci zilele şi nopţile sînt î **155**destul de lungi pentru a favoriza extreme nedorîte c temperatură.

Dacă o planetă este ceva mai masivă, s-ar pute întîmplă ca ea să adune destulă apă pentru ca oceanul < să aibă dimensiuni planetare, cu puţin sau deloc uscal Chiar dacă viaţa se dezvoltă, e puţin probabil să se dezvolt şi tehnologia, iar noi nu căutăm doar viaţă, ci şi tehnologii

Dacă o planetă este însă ceva mai puţin masivă şi n reuşeşte să adune destulă apă, avem de-a face cu o lum alcătuită mai cu seamă din deşerturi, în care formei- de viaţă ar fi relativ rare şi nu ar putea atinge nivelul, de complexitate satisfăcătoare. ;

Se poate întîmplă să nu corespundă atmosfera, s opreascâ o prea mare parte din hunina şolară sau o prt mică parte din radiaţia ultravioletă. Se poate întîmp ea scoarţa planetei să nu fie corespunzătoare, activitate vulcanică să fie prea intensă sau cutremurele prea fre< vcnte. Poate că spaţiul cosmic înconjurător nu este adecva bombardamentele cu meteoriţi fiind prea intense. ,

Nici una dintre aceste imperfecţiuni nu pare să fi probabilă. La urma urmei, dintre planetele sistemul! nostru solar doar două (Mercur şi Pluto) au orbite foart eliptice, doar una (Uranus) are o înclinaţie foarte mar a propriei axe de rotaţie, doar două (Mercur şi Venus) s rotesc foarte lent, şi aşa mai departe. □

Şi chiar dacă oricare dintre aceste imperfecţiuni esţ puţin probabilă în sine, şi ar putea afecta cel mult ui din zece planete precum Pămîntul, sau chiar mai puţi toate imperfecţiunile se pot cumula.

Să presupunem din nou, intuitiv, că din două plane precum Pămîntul doar una se aseamănă cu Pămînt din toate punctele de vedere esenţiale, că are zile şi noţ cu o durată rezonabilă, că variaţiunile climatice sezoniei nu sînt extreme, că scoarţa nu este nici prea agitată, ni inertă geologic, şi aşa mai departe.

Am putea spunş că asemenea planete sînt „total as< mănătoare cu Pămîntul" sau, mai simplu, „locuibile[1] Nici nu mai e cazul să precizăm că ne referim la ste precum Soarele, la stele aparţhiînd populaţiei I, din a II generaţie, avînd ecosfere utile. Termenul *locuibil* (sa *habitabil)* va implica toate aceste

date.

Dacă din două planete precum Pământul una es locuibilă, ajungem la cea de-a opta cifră :S) *Numărul de planete locuibile din Galaxia noas~ ird = 650 000 000.*

Pare un număr maro, şi chiar aşa este, dar el repre- , iută în bună parte conservatorismul nostru. Acest număr înseamnă că, în Galaxia noastră, doar o stea'' din 460 de lele se poate lăuda cu o planetă locuibilă. Este chiar o apreciere mai conservatoare decit cea făcută de unii i.ironomi de frunte. Cari Sagan, unul dintre cei mai wiportanţi cercetători din domeniul explorării posibilităţi existenţei inteligenţei extraterestre, susţine că în Gala- ia noastră ar putea exista un miliard de planete locuibile.

Capitolul 9
VIAŢA

Generaţia spontanee

E destul de greu să ne hotărîm, pe baza unei log stricte (să sperăm) şi a'unor dovezi riguros selectate, spunem că există 650 000 000 de planete locuibile **do** în Galaxia noastră şi, în consecinţă, peste două miliar de astfel de planete în întreg Universul. Totuşi, din puncl de vedere al acestei cărţi, ce interes prezintă aceste plane locuibile, dacă pe ele nu există viaţă ?

Trebuie deci să ne oprim în acest moment calcule legate de inteligenţa extraterestră şi să profităm de ace stă pauză pentru a încerca să spunem ceva rezonabil inteligent în legătură cu şansele unei planete locuib de a adăposti viaţa.

Pentru aceasta trebuie să revenim din nou la o(cunoscut, adică la singura planetă locuibilă despre ci *ştim* că adăposteşte viaţa : Pămîntul. Cu alte cuvin înainte de a spune ceva inteligent despre Viaţă pe planet locuibile în general, trebuie să vorbim despre modul care a apărut viaţa pe Pămînt.

Primele speculaţii legate de existenţa vieţii pe Pămi presupuneau invariabil că viaţa a fost creată printr-i

factor nenatural, de regulă prin acţiunea, vreunui z sau semizeu. Cea mai cunoscută poveste tradiţională, < puţin în cazul civilizaţiei noastre, se referă la creau umanităţii în aceeaşi serie de acte divine care au ere întreg Universul.

După şase zile de Facere, lucrurile erau termina Dumnezeu a făcut în prima zi lumina ; uscatul şi man în a doua zi ; în a treia zi, plantele ; corpurile cereş în ziua a patra ; formele de viaţă din maje şi din a< în a cincea zi ; iar formele de viaţă terestre, în ziua

Px'în actul creator final din ziua a şasea au apărut immenii. .

Viaţa, creată în trei zile diferite, a fost considerată ca fiind împărţită, în raport cu apariţia, în trei categorii dihrite („după felul lor" spune Biblia). Probabil că aceste mlegorii, în cele din urmă specii, sînt cele care există piuă în ziua de azi. Multă lume credea că din prima zi a facerii nu au mai apărut şi nu au mai dispărut specii.

Biblia nu este foarte clară în privinţa datei la care £it produs creaţia divină întrucît obiceiul datării precise apărut relativ tîrziu în scrierile istorice. Unele deducţii, izate pe diverse afirmaţii din textul Bibliei, plasează Rimentul creaţiei în urmă cu doar cîteva mii de ani. da exactă care figurează într-una din ediţiile britanice di-Bibliei (King James Bible) este 4004 î.e.n., dată calcu- ||ţ <i de teologul irlandez James Ussher (1581—1650).

Deşi crearea lumii (sau a diferitelor lumi) era presupusă Q fiind un act făcut o dată pentru totdeauna, pe vrejuri se credea că afirmaţia nu este valabilă şi în cazul

La urma urmei, este o atitudine rezonabilă. Deşi nu MAI -.ta nici o dovadă palpabilă a Facerii lumilor, de-a lungul istoriei umane par să existe suficiente dovezi pricind crearea fiinţelor vii fără intervenţia unor fiinţe vii anterioare.

Şoarecii îşi sapă vizuinele în grămezile de grîu din tmigazii şi hambare, căptuşindu-şi cuiburile cu lînă'de furat. Ţăranul care găseşte cuiburi din care mama şoriceilor a fost nevoită să fugă, şi găseşte doar puii de şoarece mici |t>i, orbi, ar putea să tragă concluzia cea mai naturală : el a mlierupt procesul de formare, de apariţie a şoarecilor uri grîul mucegăit şi lîna putrezită.

Cînd se strică o bucată de carne, apar în ea viermirori. S-ar putea crede că broaştele se nasc din mâlul

durilor.

Dacă ideea ar fi valabilă pentru tot felul de specii de dăunători, ea ar putea fi valabilă în cazul tuturor speciilor, poate cu excepţia unor fiinţe mai mari şi mai comţllcate precum caii, vulturii, leii şi oamenii. E nevoie de t»stul de mult curaj pentru a presupune că povestea din Cartea Facerii , este doar o fabulă, că această „generaţie Spontanee" a fiinţelor vii din materia moartă nu poate explica decît *primele* începuturi ale vieţii. încetul cu încetul, una cîte una, s-au format speciile, mai întîi cele

simple şi mai apoi cele mai complexe, fiinţele umane fiinj evident, ultimele. ■>

în ^icest caz, dacă am aplica toate aceste idei conceptul, planetelor locuibile, am ajunge la concluzia că pe ele j trebui neapărat să apară viaţa. Toate ar adăposti viaţa.

Cu o condiţie însă, şi anume cu condiţia ca doctrii generaţiei spontanee să rezişte unei examinări atent ceea ce nu s-a întîmplat. ţ

Doctrina a primit prima lovitură în anul 1668 dat, rită unui medic şi poet italian numit Francesco Re (1626—1697). Redi a observat că o bucată de carne str cată nu numai că produce muşte, dar le şi atrage. El ® întrebat dacă nu există vreo legătură între primele muş şi celelalte muşte, şi şi-a pus la încercare ideile.

Metoda a fost simplă : a pus bucăţele de carne în vas lăsîndu-le să se strice. Unele vase le-a lăsat descoperit altele le-a acoperit cu tifon. Muştele au fost atrase de toa bucăţelele de carne, dar nu s-au putut aşeza decît pe ce neacoperite. Bucăţile de carne stricată pe care coborîse: muştele s-au umplut de viermi. Carnea stricată proteja dc tifon, neatinsă de picioruşele muştelor, nu a prodi viermi, deşi s-a stricat la fel de repede şi deşi mirosea fel.de tare.

Experienţele lui Redi au demonstrat foarte clar < viermii, şi mai apoi muştele, se nasc din ouăle depuse : carnea stricată de o generaţie anterioară de muşte, f exista o generaţie spontanee a muştelor, ci doar un proo normal dc naştere din ouă.

în timp ce Redi îşi efectua demonstraţia, un biol< olandez, Anton van Leeuwenhoek (1632—1723), îşi satil făcea pasiunea de a şlefui mici lentile perfecte (de fap microscoape primitive, prin care putea privi lucruri! mici, mărite suficient pentru a deveni -vizibile).

în 1675, el a descoperit în apa canalelor fiinţe vii, mu; prea mici pentru a putea fi văzute cu ochiul liber. El erâu primele „microorganisme" cunoscute, iar cele descc perite de van Leeuwenhoek se numesc astăzi protozoari după cuvintele greceşti care înseamnă *primele animal* în 1680 van Leeuwenhoek a descoperit că drojdia de bei este compusă din minuscule fiinţe vii, mai mici chiar de^ marea majoritate a protozoarelor, iar în 1683 a observi organisme şi mai mici, cele pe care le numim astăzi bal terii.

De unde au apărut aceste fiinţe microscopice ?

Au fost inventate medii de cultură (un fel de supe concentrate) în care microorganismele se puteau înmulţi. S-a dovedit însă că nu e nevoie să cauţi microorganisme cu care să însămlnţezi supa. Această supă putea să fie fiartă şi filtrată pînă cînd nu mai rămînea în ea nici un microorganism vizibil la microscop. După o vreme însă, la o nouă examinare microscopică, în supă mişuna viaţa. (Mai mult, microorganismele produceau putrezirea cărnii, chiar dacă nimeni nu introducea aceste microorganisme în carne.)

Poate că generaţia spontanee nu se producea în cazul speciilor vizibile cu ochiul liber. în cazul microorganismelor — fiinţe mult mai simple decît plantele şi animalele obişnuite din viaţa cotidiană — generaţia spontanee ar fi putut fi posibilă. Părea chiar un fapt stabilit.

Numai că în 1767 şi-a început cercetările biologul italian Lazzaro Spallanzani (1729—1799). El nu s-a mulţumit să fiarbă supa, ci a şi închis etanş sticla în care se afla apeasta. în flaconul închis cu supă fiartă nu s-a dezvoltat nici o formă microscopică de viaţă. însă la puţină vreme după scoaterea dopului, în supă mişuna viaţa.

Sticla închisă, ferită de aer, avea o comportare similară cu cea a tifonului lui Redi, astfel îneît concluziile trebuiau să semene cu concluziile lui Redi. Aerul din jurul nostru e plin de fiinţe microscopice, invizibile, mai greu de observat decît ouăle de muscă. Aceste forme de viaţă aeropurtate pot cădea în orice Supă dxpusă la aer, în care se vor înmulţi. (Spallanzani a izolat o singură bacterie şi i-a urmărit înmulţirea prin diviziune.) Dacă aceste fragmente de viaţă nu pătrund în supă, nu avem de-a face cu viaţa.

în 1836, biologul german Theodor Schwann (1810—1882) a mers şi mai departe. El a arătat că supa rămîne sterilă chiar în contact cu aerul, cu condiţia ca aerul la care este expusă să fi fost încălzit în prealabil pentru a distruge formele de viaţă pe care le-ar putea conţine.

Partizanii doctrinei generaţiei spontanee âu afirmat că prin încălzire s-ar putea distruge un „principiu vital" esenţial producerii vieţii din materie neanimată. în acest caz, încălzirea supei şi izolarea ei imediată nu ar duce la apariţia vieţii. Expunerea unei supe încălzite la un aer care fusese şi el încălzit ar duce la aceleaşi rezultate.

în 1864 însă, chimistul- francez Louis Pastepr (1822—1895) a dat lovitura, El a fiert o supă de carne pînă la sterilizare, într-un flacon cu un gît lung şi subţire care făcea două coluri, cam ca un S orizontal. Flaconul nu era deci nici sigilat şi nu avea nici dop. Supa era expusă la aerul rece. Aerul rece putea intra cu uşurinţă în vas, şi deci şi în supă. Dacă ar fi transportat vreun principiu vital', cu atît mai bine. Ce nu putea iţiţra în vas însă era praful şi, în general, particulele microscopice. Acestea rămâneau în partea de jos a curbei reprezentate de gîtul sticlei. Drept care, în supă nu au apărut microorganisme şi nici un fel de alte semne de viaţă. Atunci cînd Pasteur **a** spart însă gîtul de lebădă al flaconului, permiţînd praf ului şi particulelor să ajungă în supă, purtate de aer, microorganismele şi-au făcut imediat apariţia.

Cu această ocazie, noţiunea de „generaţie spontanee" părea să fi murit, o dată pentru totdeauna.

Originea vieţii ?

Odată ce a fost stabilit clar faptul că generaţia spontanee *nu* există şi că orice formă de viaţă (dintre cele care puteau fi observate de oameni) provine dintr-o formă de viaţă anterioară, a devenit foarte greu de stabilit, modul în care a apărut viaţa pe Pământ — sau pe oricare altă planetă.

Se petrecea o schimbare foarte asemănătoare cu cea petrecută în domeniul teoriilor privind originea sistemelor planetare. Cîtă vreme era îmbrăţişată o teorie evoluţionistă precum ipoteza nebuloasei avansată de Laplace, era uşor de crezut că sistemele planetare sînt foarte răspîndite, că fiecare stea este însoţită de un sistem pla-^ netar'. într-un fel, ipoteza nebuloasei propovăduia generaţia spontanee a planetelor.

O teorie catastrofică a formării planetelor făcea apel însă la un eveniment atît de rar, încît planetele trebuiau să fie considerate extrem de rare, drept care oamenii au început să fie tentaţi să creadă că sistemul nostru planetar nu are nici un fel de copie.

La fel, eşecul teoriei generaţiei spontanee şi noua idee a vieţii care provine *doar* dintr-p formă de viaţă ante-l rioară. care,, la rândul ei, provine *doar* dintr-o formă de viaţă anterioară, şi aşa mai departe, într-un lanţ infinit, i-a făcut pe oameni să creadă că formele originare ale vieţii nu ar fi putut apărea decît în urma unui eveniment miraculos. În acest caz, chiar dacă ar exista tot atîtea planete locuibile cîte stele sînt, Pămîntul ar putea fi singura planetă purtătoare de viaţă.

Chiar în timp ce Pasteur submina temeliile teoriei generaţiei spontanee, situaţia începea să se simplifice, în anul 1859, biologul englez Charles Robert Darwin (1809—1882) a publicat o carte al cărei titlu prescurtat este *Originea speciilor*.

El a prezentat în această carte dovezi exhaustive în favoarea unei teorii evoluţioniste conform căreia diferitele specii de fiinţe vii nu sînt separate şi distincte de Ia bun început. în schimb, sub presiunea creşterii populaţionale şi a selecţiei naturale, toate fiinţele vii se modifică treptat ; specii noi, probabil mai bine adaptate, se dezvoltă din cele vechi. Astfel, mai multe specii diferite pot avea un strămoş comun şi, dacă ne întoarcem destul de mult în trecut, putem afirma că întreaga viaţă terestră s-a dezvoltat dintr-o singură formă ancestrală, foarte primitivă, de viaţă.

Teoria a întîmpinat o opoziţie intensă, dar, cu timpul, biologii au acceptat-o.

Sensul ei era că nu mai e nevoie să explici crearea separată a fiecăreia dintre milioanele de specii de fiinţe vii cunoscute. în schimb, devenea suficientă explicarea creării oricărei forme de viaţă, oricît de simplă ar fi fost aceasta. Fiinţa vie originară, simplă, produsă prin generaţie spontanee, ar fi putut da naştere, prin intermediul proceselor evolutive, tuturor celorlalte forme de viaţă, oricît de complexe ar fi — şi chiar fiinţelor umane.

Evident, dacă generaţia spontanee este într-adevăr imposibilă, apariţia unei forme de viaţă este la fel de miraculoasă ca şi apariţia unui milion de forme de viaţă.

Pe de altă parte,'biologii, demonstraseră că nici o formă cunoscută de viaţă nu poate fi generată spontan în scurtele perioade de timp disponibile în laboratoare. Să presupunem că am avea de-a face cu o formă de viaţă foarte simplă, mult mai simplă decît cele pe care le cunoaştem, şi să presupunem că am avea la dispoziţie foarte mult timp şi o întreagă planetă ; ar apărea în cele din urmă acea formă foarte simplă de viaţă ?

Cheia problemei se găseşte în expresia *foarte mult timp.* Caracterul aleatoriu al proceselor evolutive are nevoie de foarte mult timp (chiar evoluţioniştii recunosc ncest lucru) şi problema constă în a avea suficient timp pentru apariţia formei de viaţă simple şi pentru dezvob tarea ulterioară a nenumăratelor forme de viaţă complexe.

Pe vremea lui Darwin savanţii renunţaseră la ideea unei planete cu o vîrstă de cel mult 6 000 de ani şi se refereau la vîrste terestre de domeniul milioanelor de ani, şi acestea aparent insuficiente pentru a permite evoluţia.

în jurul anului 1890 a fost descoperită însă radioactivitatea şi s-a aflat că uraniul se transformă în plumb cu o încetineală aproape halucinantă. Dintr-o cantitate data de uraniu, jumătate se transformă în plumb doar după 4 500 000 000 ani. în 1905, chimistul american Bertram Borden Boltwood (1890—1927) a afirmat că studiul dezintegrării radioactive din roci ne poate oferi indicii în legătură cu timpul scurs de la solidificarea acelor roci.

Modificările radioactivităţii au fost folosite pentru a stabili vîrsta diferitelor părţi ale Pămîntului, vîrsta meteoriţilor şi, de curînd, a rocilor lunare ; şi s-a ajuns la concluzia că Pămîntul, ca întreg sistemul solar de altfel, arc (> viislă de 4 G00 000 000 ani.

Această vîrsta uriaşă începuse să fie bănuită încă din primele decenii ale secolului al XX-lea şi se părea că ea reprezenta o perioadă de timp suficient de lungă pentru, a permite desfăşurarea evoluţiei, cu condiţia ca viaţa să apară spontan.

Dar poate oare avea loc acest început spontan ?

Din nefericire, atunci cînd a fost înţeleasă în fine vîrsta extrem de înaintată a Pămîntului, a început să fie înţeleasă şi complexitatea uluitoare a vieţii, astfel că şansele generaţiei spontanee s-au redus vizibil.

în secolul al XX-lea chimiştii au descoperit că proteinele, moleculele caracteristice vieţii, sînt compuse din lanţuri lungi de componenţi mai simpli, numiţi amino- acizi. Ei au aflat că fiecare dintre miile de atomi diferiţi (în anumite cazuri, milioane de atomi) ai proteinelor trebuie să ocupe o anumită poziţie pentru a-şi îndeplini funcţiunile. Ceva mai tîrziu; au descoperit că alte molecule fundamentale, cele ale acizilor nucleici, sînt şi mai complicate decît moleculele proteinelor. Mai mult, diferiţi acizi nucleici şi diferite proteine, împreună cu tot felul de alte molecule mai mici, sînt legate prin

lanţuri complicate de reacţii chimice.

Viaţa, chiar şi viaţa aparent simplă a bacteriilor, se dovedea a fi infinit mai complicată decît se credea pe vremea certurilor pe tema generaţiei spontanee. Pînă şi cele mai simple forme de viaţă imaginabile erau formate ■ lin proteine şi acizi nucleici, şi cum oare s-au forma. *acestea* din materie moartă ? Originea vieţii pe Pămînt părea, în pofida evoluţiei, din ce în ce mai mult un eveniment aproape miraculos.

Unii savanţi au renunţat la această problemă, ba chiar nici n-au mai vrut să audă de ea. Chimistul suedez Svante August Arrhenius (1859—1927) a publicat în 1908 cartea *Lumi în formare,* în care se ocupa'de problema originii vieţii. în cartea sa, Arrhenius susţinea universalitatea vieţii şi afirma că aceasta este un fenomen obişnuit în Univers.

în continuare, susţinea chiar că viaţa ar putea fi contagioasă. Atunci cînd fiinţele terestre simple produc spori, vîntul îi poartă prin aer pînă într-un alt loc, unde viaţa va înmuguri din nou în ei. Unii pot fi purtaţi de forţa oarbă a vîntului pînă la mari altitudini şi chiar, credea Arrhenius, pînă în spaţiul cosmic. Ajunşi în spaţiu, ei ar putea pluti în derivă prin vid timp de milioane de ani, propulsaţi de radiaţia solară, protejaţi de o carapace dură şi rezistentă în interiorul căreia ar rezista cu încăpăţî- nare seînteia vieţii. în cele din urmă, un spor ar găsi o planetă adecvată, lipsită de viaţă pînă^ în acel moment, ■,.i de la el ar începe viaţa pe acea planetă.

De fapt, Arrhenius lansa o ipoteză privind originea vieţii pe Pămînt. Pămîntul fusese însămînţat cu viaţă de sporii din spaţiu, veniţi din cine ştie ce altă lume, care va rămîne neidentificată o veşnicie.

Putem aduce mai multe argumente împotriva aceste; idei. Am putea calcula cîţi spori ar trebui să plece dintr-o lume pentru ca măcar unul să aibă şansa să ajungă într-o altă lume — în tot timpul existenţei Universului : ajungem la un număr de o mărime care depăşeşte orice imaginaţie.

Dc asemenea, e foarte puţin probabil ca sporii să supravieţuiască unei călătorii prin spaţiul cosmic. Sporii bacterieni rezistă foarte bine la frig, chiar la temperaturi extrem de scăzute, şi poate că ar rezista şi în vid. Pare însă greu de crezut că sporii, chiar şi cei mai rezistenţi, ar putea supravieţui destulă vreme pentru a ajunge în derivă de la un sistem planetar la altul. Să

facem însă o concesie şi să presupunem că unii ar rezista. Ştim însă că sporii sînt foarte sensibili la radiaţia ultravioleta, **ca** şi la alte radiaţii penetrante.

Pe Pămînt, unde atmosfera formează o pătură filtrantă, **a'**radiaţiilor penetrante provenite de la Soare, ei nu sînt supuşi la astfel de radiaţii ; să nu uităm că Arfhenius nu ştia, pe vremea lui, cît de plin este Universul de radiaţii. în orice punct al ecosferei unei stele, radiaţia acesteia ar fi suficientă pentru a ucide sporii călători, iniţial adaptaţi unei vieţi în interiorul unei atmosfere protectoare. Particulele din radiaţia cosmică i-ar ucide chiar şi în cele mai îndepărtate adîncuri ale spaţiului.

Arrhenius credea că presiunea radiaţiei va propulsa sporii prin spaţiu. Ştim acum că vîntul solar ar putea juca acest rol. În orice caz, fenomenul care îndepărtează sporii de o stea şi îi îndreaptă spre altele i-ar respinge la apropierea de o nouă stea şi le-ar împiedica debarcarea pe o planetă situată în interiorul ecosferei acesteia.

în concluzie, ideea însămînţării Pămîntului cu spori proveniţi din alte lumi pare să fie eît se poate de îndoielnică.

Şi apoi, ia ce ne-ar folosi o explicaţie a originii vieţii pe Pămînt care face apel la existenţa vieţii pe alte planete ? Ar trebui să ne apucăm să explicăm mai întîi originea vieţii pe celelalte planete. Şi dacă viaţa ar fi putut apărea pe o altă planetă într-un mod natural şi nemiraculos, atunci ar fi putut apărea în acelaşi mod şi pe Pămînt. J

Dar cum ? Pînă prin 1920 biologii nu descoperiseră încă nici un mecanism natural. L

Pămîntul primordial

Am mai putea aduce o obiecţie teoriei privind generaţia spontanee a vieţii pe Pămînt şi anume : dacă viaţa s-ar fi format din neviaţă, cîndva în trecutul îndepărtat, fenomenul ar fi trebuit să se repete periodic mai tîrziu, chiar şi în ziua de azi. întrucît nu observăm niciodată, în prezent fenomene de apariţie a vieţii, nu ar trebui oare să tragem concluzia că fenomenul nu s-a produs nici în trecutul îndepărtat ? J

Argumentaţia este totul neconvingătoare. Putem fi siguri că Pămîntul primordial din epoca anterioară existenţei vieţii era cu totul deosebit de cel actual.

Evident,[1] dacă e aşa, nu putem folosi argumente legate de evenimentele actuale atunci cînd vorbim despre evenimentele l recute. Ce este imposibil acum, şi. în consecinţă, nu jire loc, putea fi perfect posibil atunci, şi *să fi avut* loc.

Prima diferenţă evidentă dintre Pămîntul modern şi Pămîntul primordial constă în faptul că pe Pămîntul modern există viaţă, iar pe Pămîntul primordial nu exista. Orice substanţă chimică care ar apărea spontan pe Pămîntul de azi şi care ar reuşi să se apropie de nivelul de complexitate la care ar putea fi considerată protoviaţă ar reprezenta, fără îndoială, o hrană agreabilă pentru vreun animal şi ar fi înghiţită pe nemestecate. Pe Pă- Taîntul primordial, lipsit de viaţă, o asemenea substanţă ar fi avut şanse de supravieţuire (nu ar fi fost mîncată) h de creştere pînă la o complexitate corespunzătoare vieţii.

Pe lîngă aceasta, Pămîntul primordial trebuie să fi avut o atmosferă diferită de cea actuală.

Ideea a fost sugerată în anii ’20 de către biologul englez John- Burdon Sanderson Haldane (1892—1964). El a remarcat origineei vegetală a cărbunelui şi faptul că plantele extrag carbonul din bioxidul de carbon aflat în atmosferă. Deci, înainte de apariţia vieţii, întreaga cantitate de carbon aflată azi în cărbune se găsea în aer sub formă de bioxid de carbon. Mai mult, oxigenul din aer este produs de reacţii chimice mediate de plantele care absorb bioxiduf de carbon şi fixează atomii de carbon în componentele ţesuturilor lor.

Prin urmare, atmosfera primordială a Pămîntului era compusă nu din azot şi oxigen, ci din azot şi bioxid de carbon. (Afirmaţia aceasta sună mai convingător acum decît pe vremea lui Haldane, întrucît în prezent ştim că atmosferele planetelor Venus şi Marte sînt compuse mai cu seamă din bioxid de carbon.)

Haldane şi-a continuat, raţionamentul susţinînd că, în absenţa oxigenului din aer, nu ar exista nici ozon (o formă de oxigen foarte bogată în energie) în straturile superioare ale atmosferei.. Tocmai ozonul este cel care blochează radiaţia ultravioletă a Soarelui. în consecinţă, pe Pămîntul primordial radiaţia solară este mult mai intensă decît acum.

Deci, în condiţiile primordiale, energia radiaţiei ultraviolete ajuta la combinarea moleculelor de azot, bioxid de carbon şi apă în compuşi din ce în ce mai complecşi, care aveau să capete în cele din urmă

atributele vieţii^ Ar fi urmat evoluţia, şi iată-ne !

Ce era posibil pe Pământul primordial, avînd la dispoziţie ultraviolete, mult bioxid de carbon, în absenţa oxigenului care să distrugă compuşii complecşi şi fără fiinţele vii care să-i mănînce, nu este posibil pe Pământul de astăzi, sărac în ultraviolete şi bioxid de carbon, dar foarte bogat în oxigen şi viaţă. Deci nu putem folosi absenţa în momentul de faţă a generaţiei spontanee ca argument împotriva prezenţei ei pe Pământul primordial.

Ideea a fost îmbrăţişată de biologul sovietic Alexandr Ivanovici Oparin. Cartea sa, intitulată *Originea vieţii,* publicată după 1920, dar tradusă în limba engleză abia în 1937, a fost prima carte dedicată în întregime acestui subiect. Opiniile sale se deosebeau de cele exprimate de Haldane, întrucît Oparin afirma că atmosfera primordială era intens hidrogenată, conţinînd atît hidrogen liber, cît şi combinat cu carbonul (metan), azotul (amoniac) şi oxigenul (apă).

Atmosfera imaginată de Oparin pare plauzibilă în lumina cunoştinţelor noastre actuale privind compoziţia Universului, în general, şi a Soarelui şi planetelor exterioare, în special. Unii savanţi susţin astăzi că viaţa a început într-o atmosferă de tip Oparin, compusă din amoniac, metan şi vapori de apă (Atmosfera I). Acţiunea radiaţiei ultraviolete a Soarelui a puş în libertate oxigenul din moleculele de apă, oxigen care a reacţionat cu amoniacul şi metanul pentru a produce o atmosferă de tip Haldane, compusă din azot, bioxid de carbon şi vapori de apă (Atmosfera II). în cele din urmă, acţiunea foto- sintetică a plantelor verzi a produs atmosfera actuală, compusă din azot, oxigen şi vapori de apă (Atmosfera III).

Bineînţeles că discuţiile pe tema generaţiei spontanee a vieţii pe Pământul primordial, discuţii purtate în anii ’20 şi ’30, erau pure speculaţii. Nu se cunoşteau nici un fel de date concrete.

I&c dacă Haldane şi Oparin (atei amîndoi) puteau despărţi liniştiţi viaţa de Dumnezeu, alţi gînditori considerau aceasta drept o jignire aproape personală şi făceau tot posibilul pentru a demonstra că originea vieţii nu poate fi despărţită de miraculos pentru a fi considerată rezul- mtul unor ciocniri întâmplătoare ale atomilor.

Biofizicianul francez Pierre Lecomte du Noiiy s-a ocupat de această problemă în cartea sa *Destinul uman,* bublicată în 1947. Pe vremea aceea, structura complexă

a moleculei proteice era cunoscută, iar Lecomte du Noiiy 'a încercat să demonstreze că aranjamentele pur înîîmplăi- loîire ale atomilor de carbon, hidrogen, oxigen, azot şi sulf im **au** nici o şansă de a duce la formarea măcar a unei llngure molecule proteice, a cărei posibilitate de a avea Vreo legătură cu viaţa este atît de redusă, îneît întreaga ixistenţă a Universului ar fi insuficientă pentru produ- irrea acestei întâmplări. Hazardul, spunea el, nu poate iixpliea viaţa. /

Pentru a exemplifica argumentele sale, să ne închinăm un lanţ proteic compus dintr-o sută de aminoacizi, p.'care dintre aceştia putând aparţine uneia din cele 20 varietăţi cunoscute. Numărul total de lanţuri proteice *diferite* care s-ar putea forma este de $10^{!::°}$, adică 1 urmat ile 139 de zerouri.

' Să ne închipuim acum că formarea unui astfel de lanţ proteic durează doar o milionime de secundă şi că un iiilion de savanţi construiesc *la întâmplare* astfel de lanţuri diferite, cîte unul la fiecare milionime de secundă, le cînd s-a format Universul; şansa de a ajunge vreodată Iu un lanţ proteic care să aibă o legătură cu viaţa este, ii aceste condiţii, de $1/10^{95}$, adică 6 şansă atît de mică, infinitezimală chiar, incit nici nu merită să fie luată în «ramă.

Mai mult, pe Pămîntul primordial procesul nu ar în- < i pe de la aminoacizi, ci de la compuşi rriai simpli, pre- ■ um metanul şi amoniacul, şi, pentru a porni viaţa, c nevoie de un produs mult mai complicat decît un simplu lnnţ proteic de 100 de aminoacizi. Şansele de reuşită, pe ■ i singură planetă, în doar cîteva miliarde de ani, sînt, în consecinţă, egale cu zero.

Argumentele lui Lecomte du Noiiy păreau foarte soliile şi au convins pe mulţi ; unii mai sînt convinşi şi în lua de azi.

Totuşi el greşea.

Eroarea cuprinsă în argumentaţia lui Lecomte du Noiiy constă în presupunerea exclusivităţii hazardului ca liictor de orientare şi în convingerea că atomii se pot uni oricum. De fapt, atomii se combină respectând legi foarte liinc cunoscute ale fizicii şi chimiei, astfel îneît formarea n impuşilor complecşi pornind de la substanţe simple su- Fi ră restricţii extrem de severe, care limitează net nuni Ar t-l de moduri în care poate fi realizată combinaţia.

Mai mult, atunci cînd avem de-a face cu molecule foatl

complexe, precum proteinele şi acizii nucleici, nu pută spune că o moleculă anume este asociată sau nu cu viaa e vorba de nenumărate molecule diferite, toate aflate | strînsă legătură. i

Cu alte cuvinte, nu ne bizuim exclusiv pe hazard, | pe un hazard condus de legile naturii, ceea ce ar trebi să fie suficient. :|

Am putea oare verifica ipotezele în condiţii de labţ retor ? Chimistul american Harold Clayton Urey a îa cura jat un student să efectueze în 1952 experienţele ne cesare : studentul era Stanley Lloyd Miller (n. 1930).

Mii Ier a încercat să reproducă, pornind de la Atmosfei! I dc tip Oparin, condiţiile existenţei pe Pămîntul prl mordial. El a pornit de la un amestec, steril şi izolat, d apă, amoniac, metan şi hidrogen, care, reprezenta o *vi* nuntă simpla şi la scară redusă a atmosferei şi oceanuh de pe Pămîntul primordial. Descărcările'electrice folosit ca .sursă dc energie constituiau o minusculă imitaţie , Soarelui

Amestecul menţionat a fost supus fulgerelor artificia timp dc o săptămînă şi apoi analizat. Incolor la începu amestecul căpătase culoarea roz încă din prima zi, iar] sfirşitul săptămînii 1/6 din cantitatea de metan cu car Miller începuse experimentul se transformase în molecu] cu mult mai complexe. Printre ele, glicocolul şi alanin; doi dintre, cei mai simpli aminoacizi prezenţi în proteim în anii care au urmat acestui experiment crucial a mai fost efectuate şi alte experienţe similare, folosindu-s însă alte substanţe iniţiale şi alte surse de energrn. întot deaun.a s-ău obţinut molecule complicate, uneori identic cu cele'din ţesuturile vii, alteori doar înrudite cu materi vie. Un număr uimitor de molecule „cheie" din materj vie s-au format astfel „spontan", deşi calculele lui Le compte du Noiiy nu le-ar fi oferit nici o şansă de apariţii

Dacă putem face asta în perioade de timp foarte scurt şi în volume mici, ce nu s-ar fi putut întîmplă într-u întreg ocean şi timp de mai multe milioane de ani ? I

Toţi specialiştii au fost impresionaţi ds faptul că toa1 schimbările produse în laborator de ciocnirile înţîmpU toare ale moleculelor şi de absorbţia întîmplătoare c energie (conduse întotdeauna de legile cunoscute ale ni turii), se îndreptau întotdeauna în direcţia vieţii pe cai o cunoaştem în ziua de azi. Se părea că nu se produc mc iificări importante orientate în cu totul altă direcţie

îhimică.

Toate acestea ne fac să credem că viaţa este un proflus inevitabil al unor reacţii chimice foarte probabile şi ră viaţa trebuia să apară pe Pămîntul primordial..

Meteoriţi

Nu putem fi siguri că experienţele savanţilor reproduc fxact condiţiile primordiale. Ar fi mult mai impresionant iludiul materiei primordiale ca atare, presupunînd că am iuţea găsi în ea compuşi formaţi de procese care nu aparţin vieţii, compuşi aflaţi, am putea spune, pe drumul către viaţă.

Singura materie primordială pe care o putem studia nici, pe Pămînt, se găseşte pe meteoriţii care lovesc* din cind în cînd suprafaţa planetei noastre. Studiul dezintegrărilor radioactive petrecute în meteoriţi le atribuie o Vîrstă de peste patru miliarde de ani ; în consecinţă, ei sînt contemporani cu frageda pruncie a sistemului solar.

Au fost studiaţi pînă acum 1 700 de meteoriţi, 35 dintre ei cîntărind peste o tonă fiecare. Aproape toţi sînt compuşi din nichel, fier şi rocă şi nu conţin nici unul dintre elementele chimice caracteristice vieţii. Din acest motiv, ci nu ne pot oferi informaţii utile privind originea vieţii. ■

Există însă şi altfel de meteoriţi, mai rari, de culoare neagră şi foarte sfărîmicioşi — „chondritele carbonice". Acestea conţin mici cantităţi de apă, compuşi ai carbonului etc. Din păcate, ele sînt cu mult mai fragile decît ceilalţi meteoriţi şi, cu toate că ar putea fi foarte răspîndite În spaţiul cosmic, puţine dintre ele supravieţuiesc traversării atmosferei şi ciocnirii cu Pămîntul. Pînă în prezent au fost descoperite doar vreo 20 de astfel de corpuri meteorice.

Pentru a ne fi utile, chondritele carbonice trebuie studiate imediat după ce au căzut. Contactul prelungit cu -olul terestru le va contamina cu forme de viaţă terestră MIU cu produse ale acesteia.

Doi astfel de meteoriţi au putut fi, din fericire, urmăriţi în timpul căderii şi examinaţi aproape imediat. Unul dintre ei a căzut în 1950, în apropiere de localitatea Murray. Kentucky, iar celălalt a explodat în anul 1969 deasunra localităţii Murchison din Australia.

Pînă în 1971 au fost extrase mici cantităţi de amint

acizi, nu mai puţin de 18 aminoacizi diferiţi, din fraţ mentele căzute la Murchişon. Şase, dintre aminoacizi fi ceau parte dintre componenţii uzuali ai proteinelor ţest turilor vii ; ceilalţi 12 erau înrudiţi chimic cu primii şasi fără însă a fi dintre cei prezenţă constant în materia vii Rezultate similare au fost obţinute şi în cazul meteor; tului Murray. Coincidenţa concluziilor rezultînd din ext minarea celor doi meteoriţi căzuţi în locuri diferite (: situate la foarte mare distanţă) la 19 ani unul de cel) lalt este, fără îndoială, impresionantă.

Spre sfîrşitul lui 1973 au fost puşi în evidenţă şi aci! graşi în fragmentele meteoritice menţionate. Aceştia s deosebesc de aminoacizi, avînd lanţuri mai lungi de atoir de carbon şi hidrogen şi fiind lipsiţi de atomi de azot. I sînt „cărămizile" grăsimii din ţesuturile vii. Au fost ider tificaţi nu mai puţin de 17 acizi graşi diferiţi.

Cum se face că asemenea molecule organice se găses în meteoriţi ? Provin oare meteoriţii din explozia un,< planete ? [20] Să fie oare chondritele carbonice fragmente] scoarţei unei planete pe care exista cîndva viaţă şi car poartă azi urmele acelei vieţi ? |

La prima vedere e puţin probabil să fie aşa. Exist metode care ne permit să stabilim posibilitatea ca diverş compuşi descoperiţi în meteoriţi să provină din fiinţe vi

Există două varietăţi de aminoacizi (cu excepţia cek mai simplu, glicocolul), una fiind imaginea răsfrîntă î: oglindă a celeilalte. Ele sînt numite L şi D. Cele dou varietăţi au proprietăţi chimice identice, aşa că, atunc cînd chimiştii prepară aminoacizi pornind (mai mult sai mai puţin) de la atomii care îi compun, se obţin cantită| egale de L şi de D.

Dacă însă folosim aminoacizi pentru a construi pro teine, produsul final este stabil numai dacă folosim singură varietate, fie L, fie D, exclusiv. Viaţa s--a dezvolta' pe Pămînt folosind numai forma L (ceea ce nu înseamn, nimic, fiind probabil pură întîmplare), astfel că amind acizii D sînt foarte rari în natură.

Dacă aminoacizii din meteoriţi ar fi cu toţii ori L, ori D am putea bănui că ei au fost produşi în cursul unor prq cese vitale asemănătoare cu cele pe care le cunoaştem De fapt, însă, formele L şi D sînt prezente în cantităţi «gale în chondritele carbonice, ceea ce înseamnă că amino- nrizii din ele provin din procese

20 Aceasta este o veche şi dramatică teorie, care nu mai est acceptată în prezent.

diferite de viaţa pe care II cunoaştem.

Tot aşa, acizii graşi formaţi în ţesuturi vii apar prin adăugarea succesivă a unor compuşi cu cîte doi atomi de carbon. Ca rezultat, aproape toţi acizii graşi din ţesuturile vii au un număr pereche de atomi de carbon. Acizii graşi în care atomii de carbon sînt în număr nepereche nu nînt caracteristici vieţii noastre, dar pot fi produşi în reacţiile chimice care nu implică viaţa, la fel de bine ca varietatea cu numere pereche de atomi de carbon. în meteoritul Murchison însă s-au găsit cantităţi aproximativ egale de acizi graşi pari şi impari.

Compuşii găsiţi în chondritele carbonice nu reprezintă viaţa ; ei s-au format *în direcţia* vieţii dc? tip terestru ; nivanţii do pe Pămînt nu au contribuit cu nimic la formarea lor. în general, putem afirma că studiile efectuate asupra meteoriţilor' tind să confirme experienţele de laborator şi să demonstreze o dată în plus că viaţa este un fenomen natural, normal, şi poate chiar inevitabil. Atomii iu tendinţa de a se uni formînd compuşi orientaţi şpre viaţa pe care o cunoaştem, ori de cîte ori există vreo i.msă. oricit de mică.

Nori de praf

Putem vedea stelele situate în afara sistemului solar, dar le-am refuzat rolul de pepiniere ale vieţii. Poate însă că vom descoperi astfel de pepiniere dacă examinăm suprafeţele reci ale planetelor care se rotesc în jurul acestor uleie.

Nu facem asta, dar *există* materie rece în spaţiul cosmic pe care o examinăm ; materie aflată sub formă de gaze rarefiate şi praf, care umplu spaţiul interstelar.

Materia interstelară a fost descoperită la începutul ncestui secol datorită faptului că anumite lungimi de undă «le luminii stelelor foarte îndepărtate sînt absorbite de atomii aflaţi în derivă în imensitatea spaţiului. Prin 1930 «e ştia că mediul interstelar conţine o mare varietate de atomi, probabil fiecare tip de atom produs în interiorul Ielelor şi lansat în spaţiu cu ocazia exploziilor de supernove.

Densitatea materiei interstelare este atît de scăzuti îneît părea normală presupunerea privind compoziţia e aproape integral din atomi izolaţi şi nimic altceva. La urm urmei, pentru ca doi atomi să se combine formînd o mo leculă, ei trebuie mai întîi să se ciocnească, iar

diverşi atomi sînt atît de împrăştiaţi în spaţiul interstelar, încî mişcările lor întîmplătoare nu ar duce la ciocniri deci după perioade de timp mult prea lungi.

Totuşi, în 1937 s-a observat că unele stele a căror lu mină trece prin nori întunecaţi de gaze şi praf şi-au pier dut anumite lungimi de undă caracteristice absorbţie provocate de combinaţia carbon-hidrogen (CH) sau d combinaţia, carbon-azot (CN). Erau găsite pentru prim oară molecule interstelare.

Sigur că GH şi CN sînt combinaţii care pot să se for meze şi să reziste numai în condiţii de densitate foart scăzută. Asemenea combinaţii de atomi sînt foarte activ şi s-ar combina imediat cu alţi atomi, dacă ar fi dispo nibili alţi atomi. Datorită faptului că astfel de alţi atom se găsesc la discreţie pe Pămînt, combinaţiile CH şi CI nu există în stare liberă pe planeta noastră.

Au mai fost observate şi alte combinaţii chimice Î3 norii de praf interstelar, prin intermediul liniilor întu necate din spectrul vizibil.

După cel de-al ‘doilea război mondial a crescut siste matic importanţa radioastronomiei. Atomii interstelari po emite sau absorbi unde radio cu lungimi caracteristice - proces care necesită mult mai puţină energie decît emisii sau absorbţia luminii vizibile, fiind, prin urmare, mult ma frecvent. Emisia sau absorbţia undelor radio poate fi de tectată cu uşurinţă cu ajutorul radiotelescoapelor- afectat acestei operaţiuni, putînd astfel să fie identificaţi corot puşii chimici răspunzători.

Iri 1951 a fost pusă în evidenţă emisia radio caractqj ristică atomilor de hidrogen ; prezenţa hidrogenului interi stelar a fost astfel nu dedusă, ci observată direct pentri prima oară.

Se ştia că, pe lîngă hidrogen, heliul şi oxigenul sin cei mai răspîndiţi atomi din Univers. Atomii de heliu **ra** se combină cu alţi atomi, spre deosebire de atomii de oxi gen. Nu ar trebui oare să existe în spaţiu combinaţii **oxj** gen-hidrogen ? (combinaţii numite OH sau hidroxil). EL ar trebui să emită unde radio cu patru lungimi de undi [diferite, dintre care două au fost detectate pentru prima pară În 1963.

[Pînă la începutul anului 1968 fuseseră detectate în spaţiu doar trei combinaţii diferite de atomi : CH, CN şi OH. Fiecare dintre acestea era o combinaţie între doi atomi care părea să fi apărut în urma ciocnirilor întâm-plătoare dintre diferiţi atomi.

Nimeni nu se aştepta să găsească suficiente cantităţi dintr-o combinaţie, mai puţin probabilă, dc trei atomi, dar în 1968 au fost detectate în norii interstelari undele Ide radio caracteristice apei şi amoniacului. Apa are o moleculă compusă din trei atomi, doi de hidrogen şi unul dc oxigen (H_2O), iar amoniacul are o moleculă compusă din patru atomi, unul de azot şi trei de hidrogen (NH_3).

Era de-a dreptul uluitor, anul 1.968 era anul naşterii unei ştiinţe noi, pe care astăzi o numim astrochimic.

Imediat după depistarea unor compuşi cu mai mult de doi atomi, lista s-a lungit considerabil. în 1969 a fost descoperită o combinaţie de patru atomi, care cuprindea şi un atom de carbon, aldehida formică (HCHO). Prima combinaţie de cinci atomi a fost descoperită în anul 1970, ciano- ncetilena (HCCCN). în acelaşi an a apărut şi prima combinaţie de şase atomi, alcoolul metilic (CH_3OH). în 1971 a fost descoperită prima combinaţie de şapte atomi, metil- acetilena (CH3CCH).

Şi tot aşa. Au fost descoperite zeci de molecule diferite în spaţiul interstelar. Nu cunoaştem încă cu precizie mecanismul exact de formare al acestor combinaţii de atomi, tlar ele există.

Pînă şi în spaţiul cosmic orientarea formării, combinaţiilor pare să fie o orientare îndreptată spre viaţă.[21] E interesant de remarcat că atît în meteoriţi, cît şi în norii interstelari se formează lanţuri de carbon şi că nu găsim nici urmă de molecule complexe care să nu includă carbonul. Aceasta ar părea să fie o dovadă în favoarea preupunerii că viaţa (aşa cum o cunoaştem) include întotdeauna compuşi ai carbonului.

Toate aceste dovezi — cele din laborator; cele din meteoriţi, cele din norii interstelari — par să sugereze corectitudinea ipotezelor lansate de Haldane şi Op arin. Viaţa a apărut *spontan* pe Pămîntul»primordial, cu uşurinţă, se pare, şi reacţiile chimice orientate spre viaţă erav inevitabile.

Deducem de aici că viaţa poate apărea, mai devreme

21 Astronomul englez Fred Hoyle (n. 1915) a fost atit dc impresionat de aceste date, înelt a susţinut că în interiorul cometelor (care au o compoziţie asemănătoare cu cea. a norilor interstelari) *te* formează compuşi destul de complecşi pentru a avea proprietăţile vieţii, un fel de viruşi, şi că deci tocmai cometele ar putea fi cauza pandemiilor terestre, întrucît ele lansează noi viruşi în .dmosferă. E b sugestie interesantă, dar greu de luat în serios.

sau mai tîrziu, pe *orice* planetă locuibilă.

Cînd a început viaţa

Dar cît de mai devreme sau cît de mai tîrziu este „mai devreme sau mai tîrziu“ ? Cînd a apărut viaţa pe Pămînt ?

Tot ce ştim despre vechile forme de viaţă de pe Pămînt se bizuie aproape în întregime pe studiul fosilelor —< rămăşiţe de cochilii, oase, dinţi, lemn, solzi, chiar materii fecale — care au rezistat ravagiilor timpului suficient pentru a ne spune ceva despre structura, aspectul şi poate chiar comportarea organismelor cărora le-au aparţinut cîndva.

Vîrs.la fosilelor poate fi apreciată în diverse moduri, iar cele mai vechi pe care le cunoaştem provin din perioada cambriană (numită astfel fiindcă rocile din acea perioadă au fost studiate pentru prima oară în Ţara Galilor, care pe vremea romanilor se numea Cambria).

Cele mai vechi fosile din Cambrian au o vîrstă de peste 600 000 000 de ani, ceea ce i-a făcut pe mulţi să creadă că aceasta ar fi vechimea vieţii pe Pămînt. Ştiind însă că Pămîntul are o vîrstă de 4 600 000 000 de ani, am putea crede că el a fost lipsit de viaţă timp.de nu mai puţin de 4 miliarde de ani. De ce atîta vreme ? Şi dacă tot a stat fără viaţă atîta vreme, de ce a apărut dintr-o dată viaţa ? De ce nu este Pămîntul lipsit de viaţă în continuare ?

La vremea formării fosilelor din Cambrian viaţa era abundentă, complexă şi variată. Fără îndoială, toate formele de viaţă din acea perioadă erau vieţuitoare marine ; nu există fosile ale unor fiinţe care Să fi trăit în apă dulce sau pe uscat. Toate sînt nevertebrate. Cele mai timpurii cordate (grup căruia îi aparţinem şi noi) aveau să apară abia peste încă 100 000 000 de ani.

În orice caz, formele de viaţă existente păreau destul de avansate. Găsim în perioada cambriană mii de specii de trilobiţi, avtropode complexe foarte asemănătoare cu unii crabi din ziua de azi. Ar fi imposibil să credem că ei au apărut dintr-o dată şi s-au împărţit în multe specii, înainte de Cambrian trebuie să fi existat nenumărate forme de viaţă mai simple şi mai vechi. Dar, dacă au existat, de ce nu au lăsat urme ?

Cel mai plauzibil răspuns ar fi că formele simple de viaţă nu fosilizează prea uşor. Ele nu au părţi precufn cochiliile şi oasele care să se păstreze cu uşurinţă.

Totuşi, în pofida acestui fapt, *au fost* găsite urme de viaţă mai primitivă.

Studiind roci foarte vechi, botanistul american Elso Stcrreberg Barghoorn (n. 1915) a găsit în 1960 urme foarte vagi de carbon, pe care le-a considerat resturi ale unor fiinţe microscopice.

Astfel de dovezi vagi ale existenţei unor forme de viaţă microscopice au o vechime maximă demonstrabilă de 3 200 000 000 de ani, fiind poate cu cîteva sute de milioane de ani mai vechi.

Putem trage concluzia că existau forme de viaţă atunci cînd Pămîntul avea o vîrstă de doar un miliard de ani.

Judecind intuitiv, totul pare rezonabil. Ne putem foarte uşor imagina că în prima jumătate de miliard de ani a istoriei Pămîntului planeta era destul de agitată. Scoarţa trebuie să fi fost activă şi vulcanică, oceanul şi atmosfera se găseau în plin proces de formare, în timp ce planeta pierdea lent cîte ceva din căldurii condensării iniţiale şi în timp ce componentele sale se despărţeau. Următoarea jumătate de miliard de ani a fost probabil dedicată unei lente evoluţii chimice — formarea de substanţe din' ce în ce mai complicate, sub razele luminii ultraviolete a Soarelui. în fine, la un miliard de ani de la formarea Pămîntului, au început să apară minuscule fragmente de viaţă.

Soarele va rămîne în cadrul secvenţei principale timp de 12 miliarde de ani, durată medie pentru stele precum Soarele. Asta înseamnă că Pămîntul (şi, în general, majoritatea planetelor locuibile) va rezista timp de 12 miliarde de ani ca lăcaş al vieţii. Dacă viaţa a apărut pe Pămînt după un miliard de ani, asta înseamnă că fenomenul s-a petrecut doar după scurgerea a 8% din totalul duratei de viaţă a planetei.

Putem presupune (în conformitate cu principiul mediocrităţii) că, pe planetele locuibile, viaţa apare după scurgerea sr cel mult 8% din viaţa locuibilă totală a planetei.

Să presupunem că aici, la periferia Galaxiei, stelele se formează într-un ritm consţant odată ce s-a terminat iureşul formării de stele din copilăria Galaxiei.

Nu este o simplă presupunere. Avem dovezi privind naşterea stelelor în urmă cu nu prea multă vreme, mai cu seamă a stelelor din clasele spectrale O şi B, care trebuie sif se fi format în urmă cu cel mult un miliard de ani, nu de alta, dar altfel ar fi părăsit de mult secvenţa principală. Şi dacă s-au format stele în ultimul miliard de ani, asta înseamnă că ele se formează dintotdeauna şi probabil că unele sînt chiar acum în plină formare. Asta trebuie să se întîmple măcar în acele regiuni galactice în care norii de praf şi gaze (materia primă a stelelor) sînt din belşug ; or aceste regiuni se.găsesc tocmai la periferia galaxiilor care, după cum am stabilit, sînt singurele locuri unde poate exista viaţa.

Nu e neapărat nevoie să ne bizuim exclusiv pe deducţii raţionale pentru.a ajunge Ja concluzia că se mai nasc şi astăzi stele. Ş-ar putea întîmplă să fim martorii acestui proces. Prin 1940, astronomul american de origine olandeză Bart Jan Bok (n. 1906) a atras atenţia asupra unor nori de praf cosmic, opaci, compacţi, izolaţi şi cu o formă mai mult sau mai puţin sferică. El a susţinut că aceşti nori (numiţi acum globule Bok) se află în plin proces de condensare în stele şi sisteme planetare. Toate dovezile par să vină în favoarea acestei afirmaţii. Sagan susţine că în Galaxia noastră se nasc în medie 10 stele pe nn.

Dacă presupunem existenţa unui ritm constant al formării stelelor, putem spune că X% din planetele locuibile nu şi-au depăşit încă X% din durata existenţei. Cu alte cuvinte, 50% din planetele locuibile nu şi-au petrecut mai mult de 50% din totalul existenţei; 10% din planetele locuibile nu au depăşit 10% din durata lor de viaţă etc.

Asta înseamnă că 8% din planetele locuibile nu şi-au cheltuit încă cele 8% din existenţa lor, care le-ar fi necesare formării vieţii, aceasta în cazul în care vîrsta lor nu depăşeşte un miliard de ani.

Ca urmare, putem spune că 92% din planetele locuibile *sînt* suficient de bătrîne pentru a fi permis dezvoltarea vieţii.

Ceea ce ne duce la cea de-a noua cifră :

*Numărul de planete purtătoare de viaţă din Galaxiei noastră — 600 000 000.***Viata multicelulară**

Deşi viaţa a apărut pe Pământ chiar la începuturile istoriei acestuia, ea a avansat foarte lent b lungă perioadă de vreme.

în primele două miliarde de ani de existenţă a vieţii pe Pământ, formele dominante au fost bacteriile şi algele albastre-verzi. Acestea erau celule mici, cu mult mai mici decît celulele organismelor noastre şi decît celulele plantelor şi animalelor cunoscute. Mai mult decît atît, celulele bacteriene şi cele ale algelor albastre-verzi nu aveau nuclee separate în interiorul cărora să existe molecule de acid dezoxiribonucleic (ADN) care să controleze şi să dirijeze procesele chimice şi reproducerea.

Diferenţa dintre aceşte două tipuri de celule consta în faptul că algele albastre-verzi aveau capacitatea de fotosinteză (folosirea energiei solare pentru a transforma bioxidul de carbon şi apa în componente tisulare), spre deosebire de bacterii. Bacteriile, lipsite dc capacitatea de fotosinteză, erau obligate să descompună compuşi organici existenţi pentru a obţine energia (sau, în anumite cazuri, să exploateze alte tipuri de reacţii chimice în arest scop).

Deşi algele albastre-verzi foloseau lumina solară pentru â forma componente tisulare, ele foloseau şi unele reacţii chimice asemănătoare cu cele folosite de bacterii. Aceste reacţii chimice nu ofereau mari cantităţi de energie, astfel că creşterea şi înmulţirea fiinţelor vii — fără a mai pomeni de evoluţia spre specii din ce în ce mai avansate —■ erau extrem de lente. Motivul central al acestei situaţii era faptul că reacţiile chimice cu degajare mare de energie din materia,vie terestră din ziua de azi presupun folosirea oxigenului molecular, iar în perioada iniţială a existenţei vieţii pe Pământ atmosfera era practic lipsită de oxigen.

Algele albastre-verzi produceau mici cantităţi de oxigen în timpul fotosintezei, numai că, fiind relativ rare şi avînd o activitate celulară relativ redusă — să nu uităm că e vorba de celule foarte mici —, cantităţile de oxigen produse erau şi ele *foarte mici.*

Dar, deşi evoluţia progresează foarte lent, ea progresează. în urmă cu 1,5 miliarde de ani, pe vremea cînd Pămîntul găzduia viaţă de mai bine de 2 miliarde de ani, au apărut primele celule cu nuclee. Erau celule mari' asemănătoare cu cele de'azi, cu o biochimie mai eficientă, capabile de fotosinteză într-un ritm mult mai rapid decît altădată.

Asta însemna că atmosfera se îmbogăţea perceptibil în oxigen, iar bioxidul de carbon începea să piardă teren. Acum 700 000 000 de ani, după aproape 3 miliarde de ani de existentă a vieţii pe Pămînt, atmosfera conţinea aproximativ 5% oxigen.

în acea perioadă, formele de viaţă animală aflate în plină înflorire, încă unicelulare, care, precum bacteriile, exploatau mai degrabă modificările chimice decît lumina solară ca sursă de energie, au început să-şi dezvolte metode de folosire a oxigenului liber din atmosferă. Combinaţia compuşilor organici cu oxigenul produce de 20 de ori mai multă energie decit desoompunerea aceleiaşi cantităţi de compuşi organici în absen ţa oxigenului.

Avînd la dispoziţie mari cantităţi de energie, animalele (şi plantele, desigur) au putut începe să se mişte mai repede, să ducă o viaţă mai vioaie şi mai eficientă, să se reproducă intens şi să evolueze în diferite direcţii. Ele puteau acum folosi energia într-un ritm care, după vechile criterii, ar fi părut risipă. Evoluţia a produs organisme ale căror celule se uneau şi se specializau. Au apărut organisme multicelulare la care s-au format ţesuturi rigide pe care să se poată sprijini şi de care să fie ancoraţi muşchii.

Aceste ţesuturi rigide au fosilizat şi se pare, după fosile, că acum 600 000 000 de ani formele dc viaţă multicelulare, avansate şi complexe, apărute ca prin minune, se aflau în plină înflorire.

Pămîntul însă a trebuit să ajungă la vîrsta de 4 miliarde de ani, să-şi consume 1/3 din existenţă, pentru a vedea apariţia unor astfel de forme complete de viaţă.

Dacă toate acestea, conform principiului mediocrităţii, sînt caracteristice în general planetelor total asemănătoare cu Pămîntul, 1/3 dintre aceste planete sînt prea tinere pentru a fi depăşit stadiul vieţii unicelulare. Restul de 2/3 ar putea adăposti forme complexe şi variate de viaţă multicelulară.

Ceea ce ne duce la cea de-a zecea cifră :

*Numărul de planete din Galaxia noastră care adăpostesc forme de viaţă multicelulară 433 000 000.***Viata pe uscat**

Oricît de complicată şi specializată ar deveni o formă de viaţă, ea nu ne poate interesa din punctul de vedere al acestei cărţi decît dacă este inteligentă.

Ea nu poate deveni inteligentă decît dacă îşi dezvoltă un creier mare (sau echivalentul acestuia — numai că pe Pămînt cel puţin nu cunoaştem nici un echivalent), ceea ce s-ar părea că nu este posibil fără dezvoltarea unor organe de manipulare şi fără dezvoltarea unor organe de simţ de mare fineţe şi de mare varietate.

'Puhoiul de senzaţii care pătrunde în creier din Universul înconjurător, împreună cu organele de manipulare care reacţionează la aceste senzaţii măresc resursele creierului, depăşindu-i limitele aparente, şi transformă în factor de supravieţuire orice creştere în mărime sau complexitate a acestui creier. Dacă un creier mic este suficient pentru a satisface nevoile de coordonare a informaţiei culese de un organism, un creier mai mare nu prezintă nici un avantaj ; un creier mai mare nu ar face altceva decît să ceară organismului să producă un ţesut complex, dar inutil, şi pe deasupra mare consumator de energie. Dacă, pe de altă parte, sînt folosite în întregime capacităţile creierului, asta înseamnă ₍că un creier mai mare ar putea face mai mult şi ar avea o valoare superioară.

Din acest punct de vedere putem afirma că marea este un incubator ideal al vieţii, dar un incubator foarte nereuşit al inteligenţei. Simţul cel mai valoros şi mai capabil să culeagă informaţii pe care ne putem imagina că îl posedă o fiinţă vie (fără a devia spre ficţiune) este simţul văzului. Sub apă, vederea este limitată, întrucât apa absoarbe lumina mult mai mult dqcît o face aerul. în aer, văzul este un simţ al distanţelor mari ; în apă, doar un simţ al distanţelor mici (ce e drept, auzul e mult mai eficient în apă decît în aer şi poate face.adevărate minuni, dar chiar şi cele mai scurte unde acustice folosite de fiinţele vii sînt "mult mai lungi decît undele luminoase şi, în consecinţă, mult mai puţin capabile de a transmite)a fel de multă informaţie).

Cînd este vorba însă de organe de manipulare, aşa cum am mai menţionat într-un capitol anterior, necesitatea, unei forme hidrodinamice care să permită deplasarea rapidă prin mediul acvatic dens elimină

aproape în în-
tregime şansele de dezvoltare ale acestor organe de manipulare. Manipulările efectuate de un organism marin se bizuie pe gură, coadă sau greutatea întregului organism şi sînt foarte rar manipulări de fineţe. ;

Există o excepţie : caracatiţa şi rudele sale. Caracatiţa şi,-a dezvoltat un număr de tentacule fine şi sensibile cu ajutorul cărora poate executa manipulări delicate ale mediului, iar atunci cînd vrea să se deplaseze rapid le trage prin apă după ea, adoptînd astfel un profil hidro-» dinamic. Caracatiţa are şi o vedere excelentă, ochiul ei fiind cel mai evoluat ochi de fiinţă nevertebrată şi cei mai apropiat structural de ochiul vertebratelor.

Dar oricît am admira inteligenţa caracatiţei, ea este evident prea puţin inteligentă pentru a clădi ceea ce am putea numi o civilizaţie. - I

Există, desigur, fiinţe marine mult mai inteligente decît caracatiţa, dar acestea — focile, morsele, pinguinii — s;nt, toate, fiinţe terestre, a căror adaptare la viaţa acvatică este secundară. Chiar şi balenele şi delfinii a,U printre strămoşi fiinţe terestre şi pare neîndoielnic faptul că creierul cetaceelor s-a dezvoltat în perioada în care ac; şti strămoşi populau uscatul.

în privinţa inteligenţei la nivejul care ne interesează în această carte, trebuie deci să studiem organismele care trăiesc pe uscat — fiinţele de pe uscat care îşi pot folosi văzul ca simţ pe distanţe mari pentru a recolta detalii informaţionale de o bogăţie incredibilă : ca’’e îşi pot dezvolta organe de manipulare şi care pot trăi înconjurate de oxigen în stare liberă, astfel îneît să poată îmbiînzi focul şi dezvolta o tehnologie. t i

Şi totuşi, pe vremea cînd toate formele de viaţă trăiau numai în mare, uscatul era un mediu extrem dc ostii vieţii, la fel de ostil ca spaţiul cosmic pentru noi. Noi am reuşit însă să cucerim spaţiul folosindu-ne de tehnologie şi am reuşit să creăm mijloace artificiale de protecţie pentru a supravieţui în spaţiul cosmic. Acum sute de milioane de ani vieţuitoarele din mare au fost nevoite să-şi pună la punct mijloacele de protecţie ca parte integrantă a organismelor lor, în ritmul lent al evoluţiei.

Să vederii ce greutăţi au avut de depăşit :

în mare, organismele nu au de ce să se teamă de sete şi secetă ; ele sînt întotdeauna înconjurate de apă, mediul chimic esenţial al vieţii. Pe uscat însă, viaţa este o luptă continuă pentru a evita pierderile de apă; apa

trebuie ori să fie păstrată, ori să fie înlocuită, bînd.

în mare, oxigenul este absorbit cu uşurinţă din apa în care se găseşte dizolvat. Pe uscat, oxigenul trebuie mai întîi să fie dizolvat în fluidul care circulă prin plămîni şi apoi absorbit, iar plămînii nu -au voie să se usuce în timpul acestui proces.

În mare, ouăle pot fi depuse în apă şi lăsate să se dezvolte şi să ajungă pui, fără grijă (sau cu foarte puţină grijă), într-un mediu, propice. Pe uscat, trebuie să se dezvolte ouă cu coajă, pentru a preveni deshidratarea, per- miţînd totuşi circulaţia gazelor atmosferice în aşa fel îneît embrionul care se dezvoltă să poată primi oxigen.

în mare, variaţiunile de temperatură; sînt neînsemnate. Pe uscat, există extreme de căldură şi frig.

în mare, forţa gravitaţiei este practic nulă. Pe uscat, forţa gravitaţiei este intensă şi organismele trebuie să-şi dezvolte membre puternice care să le salte de pe sol, altfel sînt condamnate să se tîrască.

Nu e de mirare deci că viaţa din mare, deşi ajunsese la forme energice <şi complicate, a avut nevoie de sute de milioane de ani pentru-a cuceri uscatul.

Dar cucerirea s-a produs. Lupta pentru existenţă **a** obligat tot felul de fiinţe să petreacă din ce în ce mai mult timp pe uscat, pînă cînd ele au ajuns să trăiască mai mult pe uscat, stabilindu-se apoi permanent aici.

Acum 370 000 000 de ani primele plante au invadat uscatul. Pămîntul, care trăise steril, lipsit de viaţă, timp de peste 4 miliarde de ani, şi-a schimbat -culoarea în verde pe ţărmurile oceanului planetar.

în următoarele cîteva zeci de milioane de ani formele de viaţă animală le-au urmat pe cele vegetale. Primele fiinţe cu adevărat terestre au fost insectele şi păianjenii, acum 325 000 000 de ani. Pe uscat au apărut apoi viermii şi melcii. Primele vertebrate exclusiv terestre, reptilele'primitive, şi-au făcut apariţia acum 275 000 000 de ani.

Pe vremea cînd Pămîntul avea o vîrstă de 4,3 miliarde de ani şi îşi petrecuse 3Ş% din propria-i existenţă, viaţa pe uscat devenise abundentă. Folosind din nou principiul mediocrităţii, putem afirma că 64% dintre planetele locuibile au o viaţă de uscat abundentă.

Ajungem astfel la cea de-a unsprezecea cifră :

9) *Numărul de planete din Galaxia noastră care au o viaţă de uscat abundentă* **= 416** *000 000.*

Civilizaţii

Nu toate fiinţele care trăiesc pe uscat trebuie să fie neapărat inteligente, Pînă în ziua de azi vacile şi alte rumegătoare nu dovedesc a avea o inteligenţă remarcabilă.

Cu toate acestea, putem urmări progresul inteligenţei şi dezvoltarea continuă a creierului. Mamiferele, care au apărut în urmă cu 180 000 000 de ani, au constituit un mare progres în domeniul inteligenţei în comparaţie cu reptilele.

Ordinul primatelor, a cărui apariţie datează de acum 75 000 000 de ani, s-a orientat spre specializarea ochilor şi creierului. în urmă cu vreo 35 000 000 de ani primatele s-au despărţit: de o parte, maimuţele mici şi lemurii,. avînd creiere mai mici, de cealaltă parte, maimuţele antropoide, mai mari şi cu creiere mai dezvoltate.

în urmă cu aproximativ 8 000 000 de ani s-au dezvoltat primii hominizi, o specie cu un creier deosebit de marc, *Homo sapiens* a apărut acum 600 000 de ani, iar acum vreo 5 000 de ani oamenii au inventat scrisul, a început istoria scrisă, a înflorit civilizaţia în multe locuri de pe Pămînt.

în momentul apariţiei civilizaţiei, Pămîntul avea o vîrstă de 4,6 miliarde de ani şi îşi trăise cam 40% din propria-! existenţă. Asta înseamnă, conform principiului mediocrităţii, că 40% dintre planetele locuibile nu sînt destul de vîrstnice pentru a adăposti o civilizaţie, iar 60% *sînt* destul de vîrstnice.

Ajungem astfel la cea de-a douăsprezecea cifră :

10) *Numărul de planete din Galaxia noastră pe care s-a dezvoltat o civilizaţie tehnologică = 390 000 000.*

Cu alte cuvinte, o stea din 770, în Galaxia noastră, străluceşte pe cerul unei planete pe care s-a dezvoltat o civilizaţie tehnologică.

Putem merge mai departe. Propria noastră civilizaţie, de la inventarea scrisului pînă la prima incursiune în spaţiul cosmic, durează de 5 000 de ani. Dacă vrem să fim de un optimism nemăsurat, putem presupune că civilizaţia noastră va continua să existe pe Pămînt tot atîta vreme cît Pămîntul ne poate asigura viaţa — timp de încă alte 7,4 miliarde de ani — şi că nivelul nostru tehnologic va avansa continuu în toată această perioadă.[22]

Să presupunem deci că durata medie de existenţă **a** unei civilizaţii este' de 7,4 miliarde de ani (vom reveni asupra acestei' cifre) şi că se ajunge la zborul cosmic În primii 5 000 de ani. Asta înseamnă că doar 1/1 500 000 dintr-o civilizaţie precedă dezvoltarea zborurilor cosmice **fi** că după aceea progresul atinge niveluri tehnologice cu mult superioare. Cu alte cuvinte, doar 1/1 500 000 dintre civifizaţiile din Galaxia noastră sînt atît de înapoiate incit nu au ajuns încă la zborurile cosmice sau abia sînt pc cale să le realizeze. Toate celelalte civilizaţii din Galaxie ne sînt superioare.

Asta înseamnă că dintre cele 390 000 000 de civilizaţii din Galaxia noastră, doar 260 sînt la fel de primitive ca noi — un număr extrem de mic. Toate celelalte (adică aproape toate) sînt mai avansate decît noi.

22 Aspectul nostru fizic se va schimba cu siguranţă odată cu trecerea timpului, datorită evoluţiei sau datorită ingineriei genetice, dar aceasta nu ne influenţează cîtuşi de puţin argumentaţia.

Pe scurt, ajungem să ne dăm seama că am calculat nu numai şansele de existenţă ale inteligenţei extraterestre, vi şi şansele de existenţă ale inteligenţelor’ extraterestre

Miipraomeneşti,

Capitolul 10
ALTE CIVILIZAŢII

Satelitul nostru uriaş

Am putea spune că speculaţiile noastre asupra inteli genţei extraterestre s-au încheiat triumfal. După ce ne-an dat toată silinţa să facem presupuneri şi aprecieri rezd nabile şi conservatoare, am ajuns la un Univers a căni bogăţie de inteligenţă ar putea fi incredibilă. Alături di noi, alic 390 000 000 de mulţimi de părtaşi la măre aventură a cunoaşterii şi raţiunii au pătruns în domeniu civilizaţiei aici, în propria noastră Galaxie.

Dacă cele 390 000 000 de civilizaţii sînt distribuite unii form în populaţia I de la periferia Galaxiei, atunci distanţ medie dintre două civilizaţii învecinate ar fi cam de 4 de ani-lumină. La scara cosmică asta nu înseamni mare lucru.

Se ridică însă o-întrebare care ne strică tot cheful.

Unde or fi cu toţii ?

Dacă^ ar exista, în tr-adevăr, sute de milioane de ci vilizaţii avansate în Galaxia noastră, am putea crede c ele s-au aventurat de mult în afara propriilor lor lumi că au încheiat alianţe, poate că au format chiar o Fe deraţie Galactică a Civilizaţiilor care trimite emisari îi alte federaţii galactice, dincolo de spaţiile intergalactice Şi, mai cn seamă, ar fi trebuit să ne viziteze. De- ce n-aţ făcut-o. ?

Unde or fi cu toţii ?

Această enigmă are cîteva rezolvări posibile. Poat că analiza prezentată pînă acum conţine o eroare m» joră şi, în consecinţă, nu există nici o altă lume locuibiM în

afară de Pământ. I

Oricare dintre etapele analizei ar putea ascunde ■eroare provenită dintr-o insuficientă cunoaşteri a faptelor. Poate că stelele duble (sau binare) sînt mult mai numeroase decît credem şi au o influenţă negativă mult mai intensă bşupra formării sistemelor planetare. în acest caz, ar exista foarte puţine stele izolate precum Soarele şi foarte puţine sisteme planetare precum sistemul nostru solar.

Poate că ecosferă este foarte puţin profundă, aşa cum par să arate unele calcule, astfel îneît aproape nici o planetă nu reuşeşte să se afle exact în acea carapace subţire din jurul unei stele care asigură habitabilitatea.

Poate că, din vreun motiv pe care încă nu îl cunoaştem, planetele cu o masă asemănătoare cu a Pămîntului se formează foarte rar şi poate că în nenumărate sisteme planetare nu există decît planete prea mari sau prea mici, neaflîndu-se nicăieri planete de dimensiuni adecvate.

Poate că un incredibil accident cosmic a făcut posibilă prezenţa unor cantităţi adecvate de apă în •stare lichidă în lumea noastră, poate că toate condiţiile de pe Pămînt sînt accidentale, ceea ce ar însemna că Pămîntul s-ar putea întâmpla să fie singura lume locuibilă din Galaxie sau poate chiar din întregul Univers.

Nu avem însă nici un motiv să credem toate acestea. Poate că vor apărea dovezi în favoarea acestor idei, poate că VQF apărea mîine, cine ştie. Pînă atunci nu putem decît să ne menţinem orientarea raţionamentului şi să vedem dacă putem explica absenţa unor mărturii pozitivi' referitoare la existenţa altor civilizaţii.

Poate că nu greşim din ignoranţă. Poale că greşeala noastră este provocată de un lucru evident de care însă nu ne dăm seama deocamdată. Să fie oare Soarele, sistemul său planetar, Pămîntul însuşi, atît de neobişnuite Incît să nu putem aplica eficient principiul mediocrităţii ?

În privinţa Soarelui şi a sistemului planetar nu ştim să fie vorba de ceva neobişnuit. Ar putea fi unice din zeci de motive, dar nu ştim în nici un caz de ce. în privinţa Pămîntului, lucrurile stau cu totul altfel. Există nici ceva cu totul neobişnuit, fapt pe care noi l-am ignorat pînă acum şi care ne-ar putea duce la un răspuns posibil tn problema localizării oaspeţilor noştri spaţiali.

Elementul neobişnuit este satelitul Pământului. Luna.

Am mai spus că această combinaţie Pământ-Lună reprezintă, în sistemul nostru solar, o apropiere de conceptul de planetă dublă datorită mărimii extraordinare aLunii în raport cu lumea în jurul căreia evoluează. Masi Lunii reprezintă 1/81 sau 0,0123 din masa Pământului Tabelul următor prezintă masa totală a sateliţilor fie cărei planete din sistemul solar în raport cu masa pla netară :

Pământul (1 satelit)	*0,0123*
Neptun (2 sateliţi)	*0,0013*
Saturn (10 sateliţi)	*0,00025*
Jupiter (13 sateliţi)	*0,00024*
Vranus (5 sateliţi)	*0.00010*
Marte (2 sateliţi) [23]	
Pluto (fără sateliţi) [1]	—
Venus (fără sateliţi)	
Mercur (fără sateliţi)	

Dacă ţinem seama de masa fiecărui satelit în raport cu masa planetei pe care o înconjoară, Luna este, airj putea spune, de 6,5 ori mai masivă decît toţi ceilaltj sateliţi din sistemul solar luaţi împreună. -i

Din acest punct de vedere, Luna este un satelit cu lotul neobişnuit, fapt care modifică considerabil ima^ ginea procesului formării Pământului în comparaţie cu formarea celorlalte planete. **1**

Cu excepţia Pământului, planetele par să se fi forma în jurul unui nucleu central de condensare însoţit, poate de alte mici fragmente de materie, atît de mici în comparaţie cu nucleul central, înеît nu ar fi putut afecta semnificativ modul de formare al planetei ca atare.

în cazul Pământului însă, şi *numai* în cazul Pământ tului, par să fi existat *două* nuclee de condensare — unu] mult mai mare decît celălalt, dar nu cu mult mai mare.

23 Satelitul lui Pluto, Charon, a fost descoperit dupi public'area cărţii lui Asimov. — Nota *trad.*

Să ne gîndim la Venus şi la Pămînt, atît de asemănătoare ca masă şi structură, dar cu suprafeţe atît de deosebite. Să fie oare explicabile diferenţele actuale dintre condjţiile întîlnite pe suprafeţele celor două planete, măcar în parte, prin faptul că Venus s-a format printr-o singură condensare, iar Pămîntul prin două ? Să fi produs oare procesul de formare a Lunii o pierdere de materie care să provoace o schimbare cruciaiă a stării fizice şi chimice a Pămîntului, care să declanşeze **o** evoluţie geologică total diferită în comparaţie cu cea venusiană ? Să se fi mărit oare diferenţele, modeste lâ început, pînă cînd Pămîntăl a ajuns o planetă relativ rece, cu oceane şi cu o atmosfei'ă relativ rarefiată, în timp cu Venus a devenit o planetă fierbinte, lipsită dc apă în clare lichidă şi cu atmosferă foarte densă ?

Poate că dubla condensare care a format planeta dublă Pămînt-Lună este un eveniment care se petrece foarte iar, astfel că presupunerea privind existenţa în ecosferă unei stele asemănătoare cu Soarele a unei planete precum Pămîntul la fiecare două planete ar fi total greşită. Am avea de-a face cu o planetă precum Pămîntul numai dacă aceasta ar, avea un satelit precum Luna, ceea ce K-ar putea să nu se întâmple niciodată. în lipsa unui satelit precum Luna ne-am alege, în cel mai bun caz, cu o planetă precum Venus.

Dacă ar fi aşa, ar trebui să tragem concluzia că nu există practic nici o altă planetă locuibilă în Univers, l'ămîntul fiind o întîmplare eu totul şi cu totul neobişnuită. Bineînţeles că nu ar exista deloc, sau aproape deloc, Inteligenţe extraterestre şi nu am avea nici un motiv să ne mirăm ca în spaţiul cosmic e linişte şi că nu primim veşti de la alţi locuitori ai spaţiului.

Toate bune, dar vi se par convingătoare argumentele ? L'e influenţă are formarea Lunii asupra formării Pă- mîntului ? Ce ar fi putut face Luna pentru a provoca scăderea densităţii atmosferei terestre, cum ar fi putut ea să asigure cantităţi suficiente de apă, cum ar fi putut ca preveni un caz galopant de efect de seră ?

Iată cîteva întrebări cărora nu le putem da deocamdată răspunsuri.

Şi încă ceva, nici nu e foarte sigur că planetele duble sînt atît de rare pe cît s-ar putea crede. În iulie 1978 a fost descoperit un nou satelit în sistemul solar, în jurul îndepărtatei planete Pluto. Datele preliminare par să arate că acest satelit este chiar mai mare în raport cu Pluto decît Luna în raport cu Pămîntul.

În fine, am putea explica diferenţele dintre Venus şi

Pământ fără a le atribui prezenţei Lunii.

Venus se află mult mai aproape de Soare decît Pămîntul Procesul de fotoliză în cadrul căruia radiaţia ultravioletă a Soarelui descompune moleculele de apă în hidrogen şi oxigen ar trebui să fie mai accelerat, iar hidrogenul s-ar pierde relativ rapid datorită temperaturilor ridicate provocate dc apropierea Soarelui ; oxigenul s-ar combina cu metanul formând apă şi bioxid de carbon. Procesul ar continua, ducînd în cele din urmă la formarea unei mosfere foarte dense, compusă mai cu seamă din bioJ de carbon, ceea ce ai' accelera efectul de seră, avînd rezultat situaţia actuală de pe suprafaţa planetei Ven

Mai rămîn de clarificat numeroase detalii, dar ne vi mult mai uşor să credem că diferenţele dintre Venus Pămînt sînt produse de diferenţa distanţelor dintre ţi netele respective şi Soare, şi nu de natura şi existe! unui satelit.

Pînă una alta însă, se pare că nu putem conte existenţa unui mare număr de planete locuibile care a< postesc viaţa. Chiar şi aşa nu am terminat încă discuţia gată de caracterul neobişnuit al existenţei Lunii.

Satelitul nostru capturat ?

Existenţa Lunii ca satelit al Pămîntului este atît ciudată, îneît unii astronomi susţin că ea nu s-a forn ea satelit, ci că a fost capturată de către Pămînt. Dacă. 1 crucile stau aşa, speranţele noastre privind existenţa alt civilizaţii ar putea fi spulberate.

Faptul că Luna este atît de mare pe cît ştim că eS şi atît de departe de Pămînt pe cît ştim că se află vine favoarea posibilităţii ca ea să fie un corp ceresc cap tu? Pe lîngă aceasta, trebuie să menţionăm că orbita sa ei situată într-un plan foiarte apropiat de planul de rota al celorlalte planete în jurul Soarelui şi ceva mai pu apropiat de planul ecuatorului terestru, plan care şt că este caracteristic, în general, orbitei de revoluţie a sat liţilor.'Toate acestea ne-ar putea face să credem că Lu a fost iniţial o mică planetă, şi nu un satelit.

încă ceva : Luna are o compoziţie oarecum diferită cea a Pămîntului. Ea are o densitate de doar 3/5 din densit tea Pămîntului şi este lipsită de un miez metalic. Din ac< punct de vedere, structura ei se aseamănă mai degrabă structura lui Marte. S-ar putea oare ca Luna să se format din acea porţiune a norului originar de gaze şi pi din care s-a format Marte, şi nu din cea din care

(format Pământul ?

Am mai putea adăuga că Luna este mult mai sări decît Pămîntul în elementele solide care se topesc la te! peraturi nu preş înalte şi care s-ar fi putut evapora de Lună. Fragmente de materie sticloasă, provenite din r Sire s-au topit şi s-au resolidificat, există din abundenţa **e** Lună, dar sînt foarte rare pe Pămînt$_v$ Aceste caracteristici ale Lunii par să ne indice că ea a fost expună Indva, poate chiar pentru o perioadă lungă de timp, la unperaturi mai înalte decît cele la care este expus acum •ăinîntul (şi la care este expusă de altfel şi Luna).

Ar fi oare posibil ca Luna, formată în cadrul aceluiaşi roces care a dus la formarea lui Marte, să fi adoptat din Ine ştie ce motiv o orbită foarte excentrică ? Poate că pe lunci se apropia de Soare cît Mercur la un capăt al orbi**ţi** şi se îndepărta cît Marte la celălalt capăt. Asta ar jxplica suprafaţa asemănătoare cu cea a lui Mercur şi Interiorul asemănător cu cel al lui Marte.

Mai apoi, la un moment dat, ş.-â întîmplat ceva care; a jlal Pămîntului posibilitatea să captureze Luna în timpul Uneia dintre apropieri.

Ce e, drept, nici unul dintre argumentele în favoarea **»l** a lutului de corp ceresc capturat al Lunii nu este prea convingător. Mărimea sa nu ne convinge, fiindcă toţi iuteliţii din sistemul solar despre care astronomii ştiu cu siguranţă că ar fi capturaţi sînt mici. Distanţa dintre f'umînt şi Lună ar putea fi explicată de efectele marcice ; excentricitatea orbitei ei nu este la fel de mare ca aceea a sateliţilor capturaţi; înclinarea planului ei de revoluţie faţă de planul ecuatorial al planetei nu este la fel de inure ca aceea a satelitului lui Neptun, Triton.

în ceea ce priveşte diferenţa de compoziţie, aceasta ar puica fi explicată prin faptul că metalele s-au condensat primele şi, atunci cînd a început condensarea Lunii la Mrecare distanţă de zona primară de condensare, materialul disponibil era compus în cea mai mare parte din

i. Putem explica temperaturile intense la care a fost expusă suprafaţa lunară prin faptul că Luna, spre deosebire de Pămînt, nu are o atmosferă ?i un ocean care să o protejeze de radiaţia solară.

Mai rău, fenomenele mecanice prin care Pămîntul ar putea captura un corp ceresc de dimensiunile Lunii sînt Mr-a dreptul derutante, drept care astronomii nu au reuşit if»că să ne ofere o explicaţie plauzibilă a unei asemenea ihiîmplări.

Ce e drept, nici argumentele împotriva ideii **că Luna** P»ÎI‘ un satelit capturat nu sînt prea convingătoare. Astronomii nu au reuşit încă să se hotărască. Luna ar putea să hu fie un satelit capturat, dar nu ar fi imposibil să fie aşa.Avem atunci dreptul, doar de dragul discuţiei, să cri dem că Luna *este* un satelit capturat şi să vedem un< ajungem.

în primul rînd, *cînd* a fost ea capturată ?

N-avem cum să ştim ! Ea ar fi putut fi capturată J urmă cu 4 miliarde de ani, la puţină vreme după formar» ci şi *a* Pămîntului, şi, deci, înainte de apariţia vieţii j Pămînt. Sau în urmă cu 4 milioane de ani, cu puţin înain' de apariţia pe Pămînt a primilor hominizi.

N-avem de unde şti, dacă ne referim numai la Luri Nu ne rămîne decît să ne ocupăm şi de Pămînt. Exis oare vretin eveniment violent din istoria Pămîntului ca] ar fi cumva legat de capturarea Lunii şi de care aceasl capturare să poată fi învinuită ?

Ce avem de spus despre apariţia pe Pămînt a formei» de viaţă care au ocupat uscatul ? Colonizarea uscatul s-a produs ciudat de tîrziu. în timp ce viaţa a apărut ocean cam la un miliard de ani după formarea continei tului, viaţa pe uscat nu a apărut decît la 4,2 miliarde < ani după formarea acestuia. Dacă am compara viaţa *t* 12 miliarde de ani a Pămîntului ca planetă locuibilă c viaţa de 70 de ani a unui om, am spune că viaţa mare a apărut atunci rînd Pămîntul avea 6 anişori, i viaţa pe uscat atunci cînd Pămîntul ajunsese la 25 de a» Ce ar putea explica această diferenţă ?

Să fie oare mareele legate de apariţia vieţii pe uscat

Creşterile şi scăderile de nivel ale apei de-a lung unui ţărm ar fi transportat forme de viaţă. Pe malu ar fi rămas băltoace în care unele forme de viaţă ar prosperat. în nisipurile umede ar fi putut exista condi favorabile vieţii. Unele forme de viaţă s-ar fi adaptat deshidratarea parţială dintre un flux şi alt flux, ar avansat pe ţărm din ce în ce mai departe de mal, pîr cînd, în fine, viaţa ar fi fost posibilă chiar dacă aces forme de viaţă nu s-ar mai fi scufundat în apă din rîr în cînd,

E posibil oare ca în oceanul aproape lipsit de maree unui Pămînt lipsit de Lună să nu fi existat tranziţia pri vocată de maree între viaţa acvatică şi cea terestră ? posibil oare ca timp de trei miliarde de ani să nu se dezvoltat forme de viaţă pe uscat ?

Să fi fost oare Luna capturată în urmă cu do *300 000 000 de ani, în aşa fel îneît mareele care au rezt 192lat să fi agitat destul de intens rocile sedimentare aflate în formare, ştergînd astfel urmele fosilelor anterioare şi dîndu-ne senzaţia că formele de viaţă au apărut dintr-o-dată, aşa cum par să ne spună rocile din Cambrian ?

Oare cîteva sute de milioane de ani de maree au reuşit în fine să împingă viaţa pe uscat făcînd posibile inteligenţa şi tehnologia ?

Să nu uităm că Pămîntul nu ar fi total lipsit de maree chiar în absenţa Lunii. Şi Soarele produce maree, iar, dacă Luna nu ar fi pe cer, mareele produse doar de Soare ar avea numai o treime din intensitatea celor produse împreună de Lună şi de Soare.

Am putea susţine că acţiunea Soarelui nu ar fi suficientă, adăugind şi un alt argument : în trecut acţiunea Lunii ar fi putut fi cu mult mai intensă.

întrucît mareele încetinesc rotaţia Pămîntului, Pămîntul pierde din momentul unghiular de rotaţie. Numai că momentul unghiular nu poate fi pierdut cu adevărat, el poate fi doar transferat. în cazul de faţă, el este transferat de la rotaţia Pămîntului la mişcarea de revoluţie a sistemului Pămînt-Lună. Pămîntul şi Luna se îndepărtează lent unul de celălalt, fac mişcări mai ample în jurul centrului comun de gravitaţie, cîştigînd astfel moment unghiular.

Dacă am putea privi înapoi în timp, am vedea că acum 400 000 000 de ani, atunci cînd a început tranziţia de la viaţa acvatică la viaţa terestră, ziua era mult mai scurtă, iar Luna trebuie să se fi aflat ceva mai aproape de Pămînt. Există şi o dovadă palpabilă : inelele de creştere din fosilele de corali ale acelei epoci ne arată că în acea vreme ziua dura doar 21,8 ore, iar perioada de revoluţie a Lunii era de 21 de zile (ceea ce înseamnă că Luna se afla pe atunci la doar 320 000 km de Pămînt).

Dacă ne reamintim că efectul de maree are o variaţie invers proporţională cu cubul distanţei, vedem că intensitatea mareelor lunare de acum 400 000 000 de ani era de 1,66 ori mai mare decît astăzi şi de 1,44 ori mai mare decît mareele solare şi lunare combinate actuale. Mareele fiind cam o dată$_z$şi jumătate mai intense decît acum şi deplasîndu-se cu o viteză cu 10% ^{ma}i mare decît cea actuală (din cauză că ziua era mult mai scurtă), impulsul spre viaţa pe uscat trebuie să fi fost mult mai intens decît ar fi în ziua de azi.

Am *putea* deci trage concluzia că Pămîntul, reuşind misiunea extrem de dificilă de capturare a Lunii

(misiune atît de dificilă îneît nici astronomii nu au reuşit să-i descifreze mecanismul), a făcut posibilă existenţa vieţii pe uscat.

Atunci cînd am calculat numărul impresionant al planetelor locuibile, âm omis din calcul faptul că doar puţine dintre ele ar fi putut captura un satelit mare care s-a nimerit să existe în apropiere şi, deci, că puţine dintre ele ar putea găzdui forme de viaţă terestră, implicit inteligenţa şi tehnologia pe care le căutăm.

Nici măcar acest argument în favoarea ideii că Pămîntul este singura planetă pe care există forme de viaţă pe uscat, deci şi inteligenţă şi tehnologie, nu este deloc convingător. Nu avem nevoie de o Lună capturată pentru a explica prezenţa vieţii pe uscat. în timpul miliardelor de ani de «existenţă a vieţii îri ocean, dar nu şi pe uscat, mareele Lunii, oricît ar fi fost de intense, nu ar fi putut probabil duce la transferul vieţii pe uscat.

Dc-a lungul celei mai mari părţi din existenţa Pămîntului, atmosfera sa nu a conţinut decît foarte puţin oxigen liber sau chiar deloc. Asta înseamnă că nu exista o pătură de ozon în straturile superioare ale atmosferei, iar radiaţia ultravioletă ă Soarelui ajungea în mari cantităţi pe suprafaţa Pămîntului.

Radiaţia ultravioletă, foarte bogată în energie, este ostilă vieţii, întrucît are tendinţa de a descompune moleculele complicate de care depinde viaţa. Asta nu ar fi afectat în nici un fel viaţa din oceanul planetar, viaţă ai cărei reprezentanţi puteau coborî la adîncimi convenabile sub supraftîţa oceanului pentru a primi suficientă energie din radiaţia ultravioletă, dar, în nici un caz, prea multă.

Numai că pe uscat e ceva mai greu să te ascunzi de radiaţia ucigătoare a Soarelui, aşa că uscatul a rămas lipsit de viaţă, sterilizat de lumina solară.

Chiar şi la începutul epocii cambriene, acum 600 000 000 de ani. atmosfera Pămîntului nu conţinea nici măcar 5% oxigen. Conţinutul de oxigen creştea însă rapid, iar pătura protectoare de ozon se forma şi devenea din ce în ce mai densă. Radiaţia ultravioletă era blocată progresiv de pătura de ozon, astfel că, acum 400 000 000 de ani, radiaţia ultravioletă care ajungea pe suprafaţa Pămîntului nu mai avea efecte ucigătoare. Pentru prima oară fragilele ţesuturi vii împinse de maree pe ţărm nu erau imediat ucise, încetul cu încetul, uscatul a fost colonizat.

Iată cîteva argumente mult mai convingătoare în legă-r tură cu întîrzierea stabilirii formelor de viaţă pe

uscat decît cele referitoare la capturarea Lunii.

S-ar părea deci că trebuie să renunţăm la ideea că Luna a jucat un rol crucial în dezvoltarea civilizaţiilor. Faptul că o planetă locuibilă are un satelit mare, ,unul mic, unul capturat, mai mulţi sateliţi sau nici unul nu ar trebui să afecteze, pe cît ştim [24], dezvoltarea vieţii pe uscat, ceea ce înse'amnă că inteligenţa va putea să evolueze nestingherită.

Ei bine, atunci unde or fi cu toţii ?

Inteligenţă

Toate bune ; să presupunem că există atîtea lumi locuibile cîte credeam noi şi că toate adăpostesc forme de viaţă pe uscat. Am putea fi oare siguri că specii inteligente vor apărea inevitabil pe toate aceste lumi ?

Nu greşim oare aplicînd principiul mediocrităţii în această etapă a calculelor ? Nu s-ar putea ca dezvoltarea inteligenţei pe Pămînt să fie o simplă întîmplare neînchipuit de norocoasă şi că, în timp ce Galaxia şi Universul mişună de viaţă, inclusiv forme de viaţă de uscat, inteligenţa şi, implicit, civilizaţia ar putea lipsi cu desăvîrşire — exceptînd Pămîntul ?

Să fie oare condiţiile de apariţie a unei specii inteligente aproape imposibil de realizat ? Care sînt aceste condiţii ?

în primul rînd, reprezentanţii unei specii inteligente trebuie să fie relativ mari pentru a-şi putea dezvolta un creier mare, dar nu prea mari, în sensul că trupul nu trebuie să-şi depăşească creierul.

Ca dovadă, omul este mai inteligent decît ruda sa mai masivă, gorila, şi fără îndoială mai inteligent decît Gigan- topithecus (acum dispărut), care era şi mai masiv, cel mai mare dintre primatele care au trăit vreodată, după cîte ştim.

Cu toate acestea, omul este unul dintre cele patru mari primate care există în momentul de faţă, şi toate patru .sînt mult mai inteligente decît primatele mai mici, de la gibon în jos. Mai mult, *Homo sapiens,* reprezentantul celei mai inteligente specii de hominizi este şi cel mai mare.

Dintre mamiferele care nu aparţin grupului

24 Trebuie să precizez că ce ,,ştim“ este fragmentar ,şi nesigur. Oiicînd, mîine poate, fapte noi ar putea distruge logica şi argumentele cuprinse în această carte.

primatelor, cele mai inteligente sînt elefanţii şi delfinii, şi ei animale relativ mari. Caracatiţa, cea mai inteligentă dintre nevertebrate, face parte dintre nevertebratele mari, iar cioara, care este probabil cea mai inteligentă pasăre, face parte şi ea dintre păsările mari.

Condiţia mărimii fizice ar putea reprezenta unul dintre motivele întârzierii stabilirii inteligenţei pe Pământ (şi probabil pe orice altă planetă similară) întrucît e nevoie de foarte mult timp pentru ca procesele întâmplătoare, oarbe, ale evoluţiei, să ducă la dezvoltarea unei specii de dimensiuni fizice suficiente pentru a putea adăposti un creier destul dc mare, care să poată fi inteligent.

Problema este şi mai dificilă din cauză că creierul este, dintre toate ţesuturile vii, cel cu organizarea cea mai complexă, astfel îneît e mult mai uşor, ca să spunem aşa, să obţii creşterea în masă şi nivel de complexitate în orice all ţesut decît în creier. De aceea există mult mai multe specii cu corpuri voluminoase şi creier mic decît specii cu corpuri voluminoase şi cu creier mare.

Nu s-ar putea oare să fie atît de greu să ajungi la un corp masiv cu un creier mare îneît întâmplarea să devină imposibilă ?

Am putea susţine că inteligenţa oferă asemenea avantaje îneît tendinţa de evoluţie în această direcţie ai' fi irezistibilă. La urma urmei, inteligenţa îi face pe oameni să nu se mai teamă de vreo altă formă de viaţă, destul de marc, destul de înarmată, destul de rea pentru a-i putea distruge dacă n-ar fi inteligenţi. Nici cel mai fioros animal de pradă nu ne poate rezista. Trebuie chiar să facem eforturi speciale pentru a evita exterminarea celor mai mîndre şi mai frumoase dintre animale — şi, cu toate eforturile, s-ar putea să eşuăm. Forţa inteligenţei noastre este prea mare pentru a putea fi îmblînzită.

Să nu ne lăsăm însă copleşiţi de propria noastră trufie. Inteligenţa noastră nu ne oferă numai avantaje. Există şi dezavantaje. Întrucît un organism inteligent trebuie să fie relativ mare, semenii săi trebuie să fie relativ puţini la
număr. Trebuie pă fie longeviv, să-şi exploateze inteligenţa (fiindcă dacă mdare înainte de a fi învăţat mare lucru, inteligenţa lui s-a dus pe apa sîmbetei) şi trebuie să se reproducă într-un ritm relativ lent.

Dacă o specie inteligentă este obligată să intre în competiţie cu o altă specie care, nefiind inteligentă, îşi

poate permite să fie mică, numeroasă, fecundă şi relativ efemeră, specia' inteligentă este serios dezavantajată. Avem toate motivele să credem că evoluţia preferă să răsplătească (prin supravieţuire) fecunditatea, mai presus de orice.

Speciile inteligente au puţini pui, iar aceştia sînt neajutoraţi pînă cînd creierul lor extraordinar de complex, care nu se poate maturiza suficient nici măcar în decursul unei perioade fetale relativ lungi, ajunge la un nivel rezonabil de dezvoltare. Dacă puiul păţeşte ceva înainte de a se fi putut reproduce la rîndul său, avem de-a face cu o pierdere imensă, pierderea unei imense investiţii de timp şi efort (atît biologic cît şi social).

O specie mică şi lipsită de inteligenţă poate depune mii sau chiar milioane de ouă din care se vor naşte peste puţină vreme nenumăraţi pui, care pot supravieţui independent de părinţii lor. Mulţi vor fi devoraţi, dar investiţia reprezentată de oricare dintre ei este neglijabilă, şi unii vor supravieţui cu siguranţă.

încă ceva, a fi efemer şi fecund înseamnă să evoluezi într-un ritm infernal. Insectele, cel mai familiar exemplu de organisme efemere şi fecunde, reprezintă mult mai multe specii decît toate celelalte fiinţe vii luate la un loc şi, dacă ar fi să judecăm după alte criterii decît cele impuse de propria noastră vanitate, sînt cele mai reuşite fiinţe de pe lume.

Oamenii, chiar în poziţia lor dominantă din punctul dc vedere al inteligenţei şi tehnologiei, nu pot învinge insectele. Putem distruge cu uşurinţă elefanţii şi extermina balenele, dar insectele, care consumă o mare parte din rezervele noastre de hrană, ne rîd în nas. Le putem ucide cu miliardele, dar întotdeauna cele care au murit sînt rapid înlocuite. Dacă le otrăvim, cele cîteva care au rezistat întîmplător efectului otrăvii vor supravieţui şi vor produce miliarde de noi exemplare, toate rezistente la otravă. Noi ne folosim creietul, ele îşi folosesc fecunditatea şi cîştigă.

De fapt, cu excepţia oamenilor, alte specii inteligente sînt chiar mai puţin reuşite. Nici gorilele, nici cimpanzeii nu sînt reprezentanţii unor specii de succes. Ei nu se pot compara cu şobolanii dacă e vorba de supravieţuire într-o lume profund ostilă. Nici elefantul nu este, pe cît se pare, mai descurcăreţ decît iepurele, pici balena mai presus de scrumbie.

Am putea spune oare, în acest context, că, din. punctul de vedere al evoluţiei, inteligenţa este o cale

fără perspective ? Am putea spune că, în mare, dezavantajele depăşesc avantajele pînă în momentul atingerii şi depăşirii unui anume nivel critic urmat de posibilitatea unei dominaţii cel puţin spectaculoase a lumii de către speciile inteligente ?

Poate că acest nivel critic este atît de greu de atins, ţinînd seama de dezavantajele generale ale inteligenţei, incit hominizii de pe Pămînt au reuşit să-l atingă şi să-l' depăşească numai datorită unei şanse extraordinare care nu se poate repeta în altă lume.

Toate astea nu sună prea convingător.

Urmărind evoluţia vieţii pe Pămînt, putem observa că există o tendinţă în direcţia creşterii dimensiunilor şi complexităţii (uneori depăşită şi ducînd la efecte contrarii celor scontate). Mai mult, creşterea complexităţii pare să implice aproape întotdeauna o creştere a inteligenţei în grupurile mari şi răspîndite de fiinţe vii.

Chiar şi printre insecte există cel puţin trei grupuri -- furnicile; albinele şi termitele — de insecte sociale, în loc să crească, devenind indivizi mari şi complecşi, ele rămîn mici, dar formează societăţi mari şi complexe ; aceste societăţi par considerabil mai inteligente privite în întregime decît micile organisme individuale care le compun.

Dacă inteligenţa creşte odată cu dezvoltarea multor specii, şi creşte chiar în două moduri total diferite — cel individual şi cel social —, trebuie să presupunem că mai curînd sau mai tîrziu inteligenţa în dezvoltare va depăşi nivelul critic.

Dovezile acumulate pînă în prezent ne obligă să considerăm că o inteligenţă, şi chiar o inteligenţă, suficientă pentru a produce o civilizaţie, reprezintă un fenomen mai mult sau mai puţin inevitabil pe o planetă locuibilă, cu condiţia să i se acorde suficient timp.

Dispariţie

Şi iar ne întoarcem.la aceeaşi întrebare. Dacă nu găsim nici un motiv să contestăm posibilitatea dezvoltării a sute de milioane de civilizaţii în Galaxia noastră, cum ne putem explica o asemenea tăcere ? De ce nici una dintre aceste civilizaţii nu ne-a dat vreun semn de viaţă ?

Soluţia ar putea consta în faptul că pînă acum a apărut doar un număr limitat de civilizaţii. încă nu ne-am întrebat cîtă vreme poate rezista o civilizaţie.

E o problemă importantă. Să presupunem că fiecare

civilizaţie supravieţuieşte relativ puţin. Asta ar însemna că, dacă am putea examina toate planetele locuibile din Univers, am observa că pe foarte multe dintre ele nu a apărut încă civilizaţia, iar pe şi mai multe planete civilizaţia a apărut, dar a şi dispărut. Doar pe foarte puţine planete vom găsi o civilizaţie a cărei dată de apariţie este atît de recentă îneît civilizaţia cu pricina nu a apucat încă să dispară.

Cu cît durata medie a civilizaţiei este mai scurtă, cu atît mai mici sînt şansele noastre de a găsi o lume în care civilizaţia a apărut, dar nu a dispărut încă, şi cu atît mai puţine vor fi civilizaţiile *active* acum sau în orice alt moment al istoriei Universului.

Ar fi oare posibil să existe un fel de durată-limită a civilizaţiilor, acesta fiind motivul pentru care nu ne dau semne de viaţă, nu de alta dar nu rezistă suficientă vreme pentru a se face auzite ?

Avem oare motive să credem că civilizaţiile sînt efemere ? Din păcate, judecind după singura civilizaţie pe care o cunoaştem — a noastră —, avem toate motivele să fim convinşi de asta.

Propria noastră civilizaţie are un viitor îndoielnic şi, pe scurt, motivul constă în dificultatea (poate chiar imposibilitatea) de a coopera pentru a ne rezolva problemele. Sîntem o specie prea certăreaţă şi considerăm conflictele noastre locale mai importante decît supravieţuirea generală.

Într-un fel, fiinţele vii trebuie să fie animate de spiritul de concurenţă. Capacităţile de.reproducere permit oricărei specii care se înmulţeşte liber să-şi depăşească foarte rapid posibilităţile de procurare a hranei, oricît de abundentă ar fi aceasta[1]. în consecinţă, indiferent de ce specie ar fi vorba, în interiorul ei, între membrii ei, se va desfăşura o cursă pentru hrană. Concurenţa poate să fie indirectă şi să evite confruntările ; cu toate acestea, supravieţuirea unora va însemna moartea altora şi depinde de ea. Pînă şi plantele luptă neîncetat şi dau o bătălie aprigă pentru lumina Soarelui.

Civilizaţia este în pericol nu numai fiindcă oamenii se concurează, ci şi fiindcă spiritul de concurenţă este mult mai dezvoltat la ei decît la o'ricare altă specie. Fenomenul are o serie de motive, toate legate dc inteligenţă — din păcate, fiindcă asta ar însemna că orice specie capabilă să construiască o civilizaţie ar fi,

prin definiţie, o specie animată de spiritul dc concurenţă.

Oamenii, de exemplu, datorită inteligenţei lor, sînl mult mai apţi să înţeleagă existenţa concurenţei dccit oricare altă specie. Pentru oameni, sensul concurenţei nu este reprezentat de lupta pentru următoarea porţie dc hrană sau de apărarea faţă de un duşman vizibil. Pentru oameni, e vorba de realizarea unei strategii de lungă durată care să le asigure dominaţia asupra altora.

La alte specii o ceartă pentru hrană durează pînă cînd unul dintre indivizi reuşeşte să o înghită, după care celălalt individ pleacă dezamăgit să caute altceva de mîncare. Lupta îşi pierde sensul odată cu dispariţia hranei.

Pentru fiinţele umane inteligente, capabile să prevadă şi, deci, să înţeleagă ce înseamnă să mori de foame şi cît de probabilă este o asemenea situaţie la un moment dat, cearta pentru hrană ave toate şansele să fie lungă şi violentă, sfîrşindu-se cu răniri grave sau cu moartea. Ma: mult, chiar dacă un individ este învins şi alungat fără a fi grav rănit, iar hrana este mîncată de învingător, s-ar putea întîmplă ca lupta să nu se fi sfîrşit.

Fiinţa umană este destul de inteligentă pentru a fi ranchiunoasă. învinsul, amintindu-şi că supravieţuirea lui

[1] încercările de a calcula durata necesară unui virus, unei bacterii, unei perechi dc muşte, unei perechi de şoareci, unei perechi de oameni sau chiar unei perechi de elefanţi de a produce un număr de urmaşi a căror masă totală să fie egală cu masa Pă- ■mîntului — în condiţii de reproducere liberă, hrană nelimitată şi moarte dc bătrîneţe — duc la cifre cumplit de mici. în privinţa oamenilor, dacă pornim de la o pereche care se înmulţeşte constant în ritmul de 3,3% pe an — lucru posibil în cazul oamenr- lor —, masa totală a descendentilor perechii va egala masa Pămîn- lului în doar 1 G00 de ani.

. a fost afectată, va face tot posibilul să-l ucidă pe învingător prin înşelătorii, într-o ambuscadă sau cu ajutorul prietenilor săi — dacă nu se descurcă doar cu forţa brută. învinsul poate face asta nu pentru a profita direct sau pentru a-şi mări şansele de supravieţuire, ci doar datorită furiei pe care o trăieşte la amintirea răului care i s-a făcut.

Puţin probabil să existe o altă specie în afară de cea umană care să ucidă din răzbunare (sau pentru a preveni răzbunarea, deoarece mor ţii nu mai umblă cu vorba şi nu mai plănuiesc atacuri prin surprindere). Asta nu fiindcă oamenii ar fi mai răi decît celelalte animale, ci fiindcă sînt urai inteligenţi decît ele şi au o memorie mai

persistentă şi mai specifică, suficientă pentru a da sens conceptului de răzbunare.

Pe măsură ce o civilizaţie apare şi se dezvoltă, oamenii r.i formează o cultură materială, o cultură în care posedarea unui număr de lucruri diferite este considerată ea importantă. Dezvoltarea vînătorii dă valoare topoarelor de piatră, lăncilor, arcurilor şi săgeţilor. Apariţia agriculturii l'acc să crească valoarea terenurilor cultivabile. Progresul îi'hnologic face să crească numărul posesiunilor şi aproape orice — de la turme de animale pînă la oale şi bucăţi de metal — ajunge să fie echivalat cu bunăstarea economică ~i statutul social. Oamenii capătă astfel nenumărate motive de a ataca, apăra, schilodi şi ucide.

Mai mult, progresele tehnologice nu pot decît să mărească capacitatea fiinţei umane de a comite acte violente, tiu e vorba de a face o alegere, de a prefera săbiile plugurilor. Sigur cri orice produs al tehnicii poate fi conceput pentru a ucide, dar *aproape* orice obiect poate fi f«dosit pentru a ucide în condiţii de furie sau spaimă. O oală mare, folosită de obicei în cele mai paşnice scopuri, poate i'oarte bine să zdrobească o ţeastă.

Nu există limite în acest domeniu. Oamenii au acum Ia dispoziţie arme mult mai ucigătoare decît au avut vreodată şi fac tot posibilul ca ele să devină şi mai ucigătoare. Am putea ajunge la concluzia că nu există specie inteligentă care să nu înţeleagă spiritul de concurenţă, pericolul «ie **a** fi învins, care să nu creeze un număr nedefinit dc obiecte materiale şi de abstracţiuni imateriale pentru care să se înfrunte, care să nu producă arme din ce în ce mai puternice pe care să le folosească pentru a se înfrunta.

în consecinţă, atunci cînd vine o vreme în care armele speciei inteligente devin atît de puternice şi distrugătoare îneît depăşesc capacitatea de refacere şi reconstrucţie al acelei specii — civilizaţia se sfîrşeşte, fără discuţie. [1]

Homo sapiens a parcurs, pare-se, tot acest drum şi Se găseşte acum, în situaţia în care un război nuclear global ar putea duce la sfîrşitul civilizaţiei — poate pentru totdeauna. • □

Chiar dacă .evităm războiul termonuclear, ne-ar putea fj| fatale alte efecte ale dezvoltării tehnologiei căreia i-am permis să se extindă fără a-i stabili limite raţionale şi în-» bdigente. Creşterea demografică continuă, însoţită de scăderea rezervelor de energie şi

de materii prime, ar putea duce la o perioadă de intensificare a penuriilor, care ar stîrni destulă disperare pentru a declanşa actul de dispe-| rare finală, războiul termonuclear.

Poluarea mediului poate diminua viabilitatea Pămîntului — otrăvit cu deşeuri radioactive din centralele atomice, sau cu deşeurile chimice ale fabricilor şi automobilelor, sau cu ceva banal, ca bioxidul de carbon provenit din arderea cărbunelui şi petrolului (ceea ce ar putea produce un caz galopant de efect de seră). Poate că civilizaţia ar putea evita coşmarul termonuclear fiind însă distrusă de propria-i violenţă internă, odată cu prăbuşirea normelor de civilizaţie sub presiunea exploziei demografice şi scăderii nivelului general de trai. Sîntem martorii intensificării cotidiene a terorismului.

Ei bine, să presupunem că toate acestea se petrec în orice lume. Apare civilizaţia, progresele tehnologice se accelerează pînă cînd se atinge nivelul armelor nucleare, iar apoi civilizaţia moare fie cu zgomot, fie cu un seîncet *.

Să continuăm să ne folosim ca exemplu mediu pe noi înşine, afirmînd că pe fiecare planetă locuibilă, cu o durată potenţială totală de habitabilitate de 12 miliarde de ani, apare o specie inteligentă după 4,6 miliarde de ani, care timp de 600 000 de ani construieşte lent o civilizaţie pe care o distruge repede — aducînd, cu această ocazie, planeta într-o stare care exclude posibilitatea apariţiei unei civilizaţii ulterioare.

întrucît 600 000 reprezintă 1/20 000 din 12 miliarde, putem împărţi cele 650 de miliarde de planete locuibile

[1] Aluzie la versul final al poemului „The Hollow Men“ („Oamenii găunoşi[1]') aparţinînd poetului Thomas Stearns Eliot (1888— vers în care lumea se sfîrşeşte nu cu o bubuitură, ci într-un M-'neet. Poate că nu întîmplător „oamenii găunoşi" din versul lui Eiiot sînt războinicii. — *Nota trad.*

mn Galaxia noastră pentru a afla că doar 32 250 dintre ele r.-ar găsi în acea perioadă ele 6G0 000 de ani în care o specie reprezentînd echivalentul intelectual al lui *Homo f-apiens* ajunge specie dominantă.

Judecind după duratele petrecute de oameni în diferitele lor stadii de dezvoltare şi considerîndu-le drept medii, putem presupune că pe 540 000 de planete locuibile < xistă specii inteligente care, cel puţin în zonele mai avansate ale planetei, practică agricultura şi trăiesc în oraşe.

Pe 270 000 de planete din Galaxia noastră fiinţe

inteligente au inventat scrisul ; pe 20 000 de planete s-a dezvoltat ştiinţa modernă ; pe 10 000 de planete s-a petrecut, un fenomen echivalent cu revoluţia industrială, iar pe 2 000 de planete s-a dezvoltat energetica nucleară, aceste 2 000 de civilizaţii fiind, desigur, în pragul dispariţiei.

întrucît cei G00 000 de ani de existenţă ai umanităţii se petrec pe la mijlocul existenţei Soarelui şi întrucît considerăm ca medie experienţa umană, doar' 1/20 000 dintre planetele locuibile nu sînt incluse în această perioadă, jumătate se află mai devreme, jumătate mai tîrziu. Asta înseamnă că pe aproximativ 325 000 000 dintre aceste planete nu au apărut încă specii inteligente, iar pe alte 325 000 000 de asemenea planete putem găsi doar ruinele unei civilizaţii. Nicăieri nu găsim o planetă a cărei civilizaţie să fie nu numai prezentă, ci şi mult mai avansată decît a noastră.

Dacă e aşa, şi chiar dacă analiza noastră anterioară, rare prevedea sute de milioane de civilizaţii în propria noastră Galaxie, este corectă, nu e de mirare că nu avem nici un semn dc viaţă de la aceste civilizaţii.

Cooperare

Şi totuşi această analiză, deşi deprimantă, nu pare să fie pe deplin convingătoare. Competitivitatea nu este singura caracteristică a fiinţelor umane. Există şi un element de cooperare şi chiar de altruism.

Dacă inteligenţa unei fiinţe umane este suficientă pentru a o face să-şi amintească o jignire şi să încerce să o răzbune, această inteligenţă îi dă şi posibilitatea de a înţelege sentimentele altora, de a înţelege şi a ierta. Chiar dacă are o inimă de piatră, o fiinţă umană poate înţelege, dm pur egoism, sensul şi avantajele cooperării.

La urma urmei, deşi o lovitură meşteşugită poate dc-borî un concurent oferind posibilitatea unei cantităţi d>' hrană imposibil de achiziţionat cu o clipă înainte, folosirea în comun a resurselor şi talentelor în căutarea unor noi rezerve de hrană poate îmbunătăţi şansele pe termen lung de a evita moartea prin înfometare.

Istoria omenirii cuprinde nenumărate exemple de di - votament faţă de familie, prieteni, trib şi chiar faţă di idealuri abstracte. Nenumăraţi oameni, bărbaţi şi femei, au pus mai presus de orice devotamentul faţă de un idealj mai presus de propriile dorinţe, chiar mai presus

de propria viaţă.

Iar dacă altruiştii au reprezentat întotdeauna o minoritate, de-a lungul întregii istorii a omenirii influenţa lor asupra evenimentelor a depăşit cu mult numărul lor restrîns.

Chiar cea mai competitivă dintre activităţile umane, războiul, nu poate fi purtată la un nivel superior simplei i>icăierări, dacă nu ar exişta certitudinea că soldatii se vor apăra reciproc şi îşi vor risca viaţa fără ezitări în fax narea camarazilor lor.

Ca rezultat, structurile politice ale omenirii (societăţi în care violenţa este strict controlată şi sever pedepsită) au crescut constant de-a lungul istoriei.

Triburile de vînători, compuse din doar cîteva sute de indivizi, au fost înlocuite de comunităţi agricole, de oraşe- stat, de imperii din ce în ce mai întinse.

Am putea crede că există o tendinţă naturală spre unitatea politică a întregii planete, a întregii ei populaţii şi a întregii ei bogăţii.

Pe moment, lucrurile par destul de puţin probabile Naţiunile tind să considere propriile dorinţe drept leg? supremă, sînt gata să se războiască oricînd vor — şi unei' chiar vor. Mai mult, în anumite cazuri pînă şi regulile specifice grupului sînt încălcate, rezultatul fiind războiul civil sau terorismul anarhic.

Şi totuşi, un fapt rămîne evident, apariţia armamentului nuclear a micşorat dorinţa declanşării unui război. Nu s-a produs nici un război între marile puteri din 1945 încoace şi nici un război local nu a fost lăsat să degenereze în conflict care să implice marile puteri.

încep să fie înţelese legăturile dintre explozia demografică, poluare, penuria de materii prime şi alienarea umană, privite ca pericole la scară planetară, la fel cum începe să fie înţeleasă şi necesitatea unor soluţii ale **acestor** probleme, soluţii care nu pot fi clccît globale. Iată o idee în răspăr, o idee care aproape că ne face să auzim **scrîşnetul de** frustraţie al popoarelor puse în faţa enervantei necesităţi de ignorare a propriilor supărări şi suspiciuni, obligate să coopereze.

Omenirea poate eşua. Forţele violenţei le pot învinge pe **cele ale** cooperării; poate că a durat pr ea mult, poate că, deşi încercăm să cooperăm, din toată inima, aşteptarea prea lungă ne-a făcut să trecem de momentul în care am fi putut preveni prăbuşirea civilizaţiei noastre, victimă a conflictelor interioare. Dar dacă eşuăm, nu vom eşua ţnevi- tabil şi fără a rezista, vom lupta cu eşecul.

Va fi o luptă strînsă. Ne vom prăbuşi poate la un pas de succes. Vom supravieţui poate după suferinţe neînchipuite.

Putem deduce (folosind din nou principiul mediocrităţii) că supravieţuirea are şanse minime în cazul oricărei civilizaţii. Accidentele imprevizibile ale istoriei, propriul temperament, poate propria structură biologică pot oferi unei civilizaţii şanse superioare sau inferioare celei pe care o avem.

Dacă am considera cazul nostru ca punct de echilibru al situaţiei, punct de echilibru în sensul unor şanse egale de eşec sau supravieţuire, putem presupune că jumătate dintre civilizaţiile stabilite în Galaxia noastră se află în faţa unei crize similare, criză căreia îi vor supravieţui.

Fără îndoială că actuala criză nu este singura criză majoră cu care poate fi confruntată o civilizaţie. Pot apare alte pericole — o supernovă poate exploda la cîţiva ani- lumină afectînd ireparabil potenţialul genetic al civilizaţiei. Se poate produce o ciocnire a planetei cu un asteroid. Steaua în jurul căreia se roteşte planeta poate deveni instabilă ca activitate radiantă.

Pericolele pot veni şi din interior, numai că acest gen de pericole nu poate fi prevăzut cu uşurinţă întrucît noi nu am ajuns la stadiul de civilizaţie în care riscăm să le întîlnim. Să presupunem că există o civilizaţie care şi-a rezolvat problemele şi care a ajuns într-o fază de siguranţă constantă — o astfel de civilizaţie s-ar putea distruge din pură plictiseală.

Poate că, mai curînd sau mai tîrziu, orice civilizaţie se distruge, indiferent de numărul problemelor pe care a reuşit să le rezolve. »

Care ar fi, în acest caz, durata medie de viaţă a unei civilizaţii ?

Iată o întrebare la care nu putem găsi un răspuns logic, o întrebare al cărei răspuns nu-l putem nici măcar ghici. Nu ştim şi nu avem cum să ştim.

Faptul că nu am fost niciînd vizitaţi de vreo civilizaţie avansată ne-ar putea face să credem că durata de viaţă a unei civilizaţii *trebuie* să fie redusă.

Ar fi însă bine, înainte de a ajunge la această concluzie descurajantă, sa presupunem că o civilizaţie poate exista multă vreme şi să căutăm motive raţionale care să ne explice de ce nu am primit pînă acum nici o veste de la verii noştri intelectuali aflaţi pe lîngă stelele îndepărtate. Dacă nu găsim nici un motiv, chiar nici unul, care să ne explice tăcerea lor, vom fi obligaţi să ne reîntoarcem la ipoteza civilizaţiei efemere.

În căutarea răspunsului să presupunem că o civilizaţie are o durată medie de viaţă de un milion de ani, mai mult sau mai puţin. De ce un milion de ani ? Fiindcă este *o* cifră rotundă, care sună bine şi care este destul de mare din punct de vedere uman şi destul de mică din punct de vedere planetar.

Mai mult, putem presupune, aşa cum am făcut şi eu, că sfîrşitul unei civilizaţii este definitiv, că niciodată nu va mai apare o civilizaţie pe planeta cu pricina ?

Poate că nu. Chiar daca omenirea reuşeşte să arunce totul în aer şi să contamineze radioactiv pămîntul, apa şi aerul, radioactivitatea va dispare cu timpul. Unele forme de viaţă vor supravieţui. După milioane de ani Pămîntul se va vindeca, iar procesele geologice vor reconstitui resursele naturale, în timp ce procesele evolutive vor răspîndi din'nou forme de viaţă noi şi înfloritoare. În cele din urmă va apare o nouă specie inteligentă care va crea o nouă civilizaţie.

Toate acestea ar putea fi perfect valabile în cazul unei societăţi umane longevive, care şi-ar termina existenţa nu într-un mod violent, ci într-un mod care să fie echivalent cu bătrîneţea fizică.

Am putea atunci presupune că, după un miliard de ani, ar apare o a doua civilizaţie, care şi-ar trăi şi ea viaţa medie de un milion de ani. Pe scurt, am putea presupune existenţa unor civilizaţii din generaţia a doua, din generaţia a treia, şi aşa mai departe, pînă poate la a zecea generaţie, înainte ca steaua planetei să părăsească secvenţa principală.

Nu avem dovezi în sprijinul acestei supoziţii. Aici, pe Pămînt, pare să nu existe nici o îndoială în privinţa faptului că civilizaţia noastră aparţine primei generaţii. Nu există semnele vreunei civilizaţii anterioare, pre-umane [25], şi ceea ce ştim' despre evoluţia vieţii pe planeta noastră nu ne îndreptăţeşte să credem că vreo specie pre-umană ar fi putut clădi o civilizaţie.

Totuşi intuiţia ne conduce spre posibilitatea unei succesiuni a generaţiilor de civilizaţii. Poate chiar că o civilizaţie muribundă îşi fisigură succesiunea operînd prin inginerie genetică o specie aproape inteligentă sau creînd o inteligenţă artificială.

Ţinînd seama de numărul total de civilizaţii succesive

25 Chiar dacă acceptăm poveşti de genul celei cu Atlantida, avem de-a face doar cu o versiune cu puţin anterioară civilizaţiei umane.

[1] Dificultăţile călătoriilor interstelare vpr fi discutate pe larg în capitolul următor.

care ar putea exista pe o planetă, putem presupune că durata totală a civilizaţiei pe acea planetă, în timp ce steaua sistemului planetar se mai află încă în secvenţa principală, este de aproximativ 10 000 000 de ani.

Iată o apreciere destul de conservatoare. Sensul ei este că pe o planetă precum Pămîntul civilizaţia ar fi prezentă doar 1/740-a parte din timpul habitabilităţii planetei, socotind durata aceasta ca începînd cu apariţia primei civilizaţii. Asta înseamnă că din 576 000 de stele doar una singură luminează o civilizaţie prezentă.

Să ne amintim rezultatul unui calcul anterior, care afirma că au apărut pînă acum 390 000 000 de civilizaţii, ceea ce ne va conduce Ia o a treisprezecea cifră :

13) Numărul de planete din Galaxia noastră pe care există în prezent o civilizaţie tehnologică — 530 000.

Explorare

Chiar dacă ţinem seama de mortalitatea civilizaţiilor, rămînem cu peste jumătate de milion de civilizaţii active în propria noastră Galaxie. Trebuie deci să ne punem din nou-întrebarea : unde or fi oare ?

Cu toate acestea, cu tot numărul de peste jumătate de milion de civilizaţii avansate în propria noastră Galaxie. nu trebuie să nutrim speranţe exagerate iu legătură cu eventuala lor vecinătate. Ele nu sînt chiar vecinii de alături.

Aici, la periferia Galaxiei (unde am hotârît că trebuie să existe civilizaţie), distanţa dintre două stele învecinate care nu sînt legate gravitaţional într-un sistem multiplu de stele este de aproximativ 7.6 ani-lumină,

Dacă din 570 000 de stele doar una luminează o civilizaţie avansată activă, distanţa medie dintre două civilizaţii este de 7,6 ani-lumină de înmulţit cu rădăcina cubică a cifrei 570 000. Rezultatul reprezintă aproximativ 630 de ani-lumină.

E o distanţă foarte mare, şi poate că dintre toate motivele cu care am încercat să explic lipsa vizitelor reprezentanţilor unei alte civilizaţii, acesta, imposibilitatea de a acoperi asemenea distanţe, este cel mai convingător Poate că fiecare civilizaţie, oricît de avansată ar fi, este izolată în propriul ei sistem planetar, ceea ce exclude posibilitatea vizitelor reciproce.

Cu toate acestea, călătoriile interstelare ar putea fi dificile numai la nivelul nostru tehnologic actual. Acum o

sută de ani o debarcare pe Lună părea o întreprindere imposibil de realizat, avioanele cu reacţie şi televiziunea păreau fantezii. Şi totuşi ele sînt atît de banale astăzi îneît nu ne mai surprind.

Peste încă o sută de ani, sau peste încă o mie de ani, în perspectiva de un milion de ani de existenţă a civilizaţiei noastre, călătoriile interstelare ar putea deveni oare simple şi banale ?

Vom discuta mai tîrziu argumentele pro şi contra ; pe moment, şă presupunem că pentru jumătatea de milion de'civilizaţii din Galaxie călătoriile interstelare reprezintă o realitate, iar călătoriile de la un sistem planetar la alt sistem planetar nu pun nici un fel de probleme. Dacă e aşa, de ce nu ne-au vizitat ?

S-ar putea oare ca pătrunderea în spaţiu a civilizaţiilor să ducă la conflicte ? Chiar dacă fiecare civilizaţie ar ajunge la o unitate politică planetară pentru a fi capabilă să pătrundă în spaţiul cosmic, nu s-ar putea oare sa existe războaie ale lumilor ?

Dacă sîntem prpdispuşi spre dramatizare ne putem imagina civilizaţii care se ucid una pe alta cu ajutorul unor arme care fac să explodeze planete întregi sau care fac stelele să iasă din secvenţa principală.

Toate astea nu-mi sună bine. Civilizaţiile care au reuşit să suprime violenţa pe propriile lor planete au aflat care este preţul păcii. Ele nu l-ar uita cu uşurinţă odată plecate de pe planeta lor.

Este de altminteri puţin probabil ca lupta dintre diverse civilizaţii să aibă parteneri de forţe foarte apropiate. precum pisicile din Kilkenny [26], astfel îneît să ducă la exterminarea reciprocă şi totală a civilizaţiilor. Cele mai avansate ar putea învinge şi domina zone din ce în ce mai întinse ale Galaxiei. Poate chiar’ că civilizaţiile mai vechi, puse pe clădit imperii, ar putea ocupa zeci, sute, mii de planete locuibile înainte ca pe acestea să se dezvolte civilizaţii autohtone, civilizaţii ratate din cauza cuceririi trupelor imperiului galactic.

Pe o jumătate de milion de lumi pot exista civilizaţii, numai că s-ar putea ca aceste civilizaţii să aparţină uncia din zecile de ,.naţiuni galactice" diferite care trăiesc într-o pace precară. Poate că cele mai vechi sau cele mai puternice civilizaţii au reuşit să cucerească toate lumile — oprind dezvoltarea unor civilizaţii incipiente, distrugînd sau înrobind civilizaţiile stabilite,

26 Aluzie Ia o poezioară pentru copii în care un mare număr de pisici violente din Kilkenny luptă pînă la exterminarea reciprocă şi totală. — *Nota trad.*

formînd un ..Imperiu galactic".

în cazul acesta, de cc nu ne-au oprit pe noi în dezvoltare, de cc nu ne-au ocupat, dc ce nu ne-au înrobit, de ce nu ne-au distrus ? Unde sînt monştrii Imperiului galactic ?

Poate că se apropie. Galaxia e atît de mare, incit poate eu nu au ajuns pînă la noi.

Puţin probabil. Galaxia s-a format în urmă cu 15 miliarde de ani. Stelele dc mari dimensiuni nu strălucesc prea multe milioane dc tini înainte de a exploda, astfel că, pe vremea în care Galaxia împlinise un miliard de ani, trebuie să fi existat o mulţime de stele din generaţia a II-a, asemănătoare cu Soarele, la periferia Galaxiei. Să mai adăugăm încă patru miliarde de ani, necesari dezvoltării civilizaţiilor, şi ajungem la concluzia că unele civilizaţii au cucerit spaţiul şi continuă să-l cucerească încă de acum zece miliarde de ani.

Galaxia are o circumferinţă de aproximativ 315 000 de ani-lumină, astfel că o traversare pe linia antipozilor, efectuată poate chiar pe ruta cea mai lungă, pe la margini, va dura doar ceva mai mult de 150 000 de ani, la viteza luminii. Asta înseamnă că o civilizaţie în expansiune ar trebui să călătorească (în medie) în fiecare an pe o distanţă egală cu cea de la Pămînt la Soare, nu mai mult, pentru a face ocolul Galaxiei în zece miliarde de ani.

Şi asta e valabil pentru o singură civilizaţie ; pe măsură ce se adaugă şi altele, ritmul colonizării se intensifică în raport cu creşterea numărului de nuclee de colonizare. Chiar dacă ar călători cu viteze modeste, exploratorii galactici ar fi reuşit pînă acum să viziteze fiecare colţ locuibil al Galaxiei — cu condiţia să se fi inventat vehicule adecvate pentru călătoriile interstelare.

Ei bine, atunci de ce nu au ajuns şi aici ?

Oare ne-au scăpat din vedere, nu ne-ău observat în mulţimea de stele ? *

Puţin probabil. Soarele nostru este, bineînţeles, o sl<,a precum Soarele, şi nu cred că în zece miliarde de uni de explorare o astfel de stea din Galaxie să fi scăpat neobservată.

Dacă putem considera călătoriile interstelare drept realizabile trebuia să fi fost şi noi vizitaţi ; întrucît Pămîntul nu a fost invadat, iar civilizaţia noastră independentă nu a fost nicicum afectată, ne vine greu să credem că pe aici au trecut imperialiştii galactici.

Civilizaţiile în expansiune ar putea fi benigne. Ele ar

putea, în principiu, să permită dezvoltarea independentă a,vieţii pe orice planetă locuibilă. Ele ar putea, în piincipitl, să-şi construiască baze şi" să caute resurse naturale doar în sistemele planetare lipsite de planete locuibile, folosind lumi asemănătoâre cu Marte sau cu Luna.

Poate că diferite civilizaţii au format o Federaţie galactică care a şi luat sub tutelă sistemul nostru planetar pînă la data la care civilizaţia locală va ajunge la un stadiu de dezvoltare compatibil cu calitatea de membru al federaţiei.

Poate că sîntem observaţi de nave interstelare, cine ştie ? Astronomul austriac Thomas Gold (n. 1920) a sugerat, în glumă probabil, că primele nave dc cercetare au debarcat pe Pămînt pe vremea cînd acesta era o planetă nouă şi încă sterilă, iar din conţinutul bacterir.n al gunoaielor rămase în urmg navelor a început viaţa pe Pămînt. Iată un fel de reîncarnare a clasicei idei a însămînţării Pămîntului cu spori extratereştri, idee lansată de Arrhenius.

Să fie oare posibile toate acestea ? Ne putem imagina civilizaţii care se ocupă de alte civilizaţii şi nu le .,ocupă'' ?

Poate că jumătate de milion de civilizaţii ar studia Universul în jumătate de milion de moduri diferite, ar produce o jumătate de milion de diferite culturi, o jumătate de milion de direcţii ale dezvoltării ştiinţei, o jumătate de milion de diferite arte şi literaturi, de moduri ■ de comunicare şi înţelegere, de distracţii. Unele ar putea fi capabile de emisie şi recepţie, de depăşirea distanţei care separă speciile inteligente, şi, oricît de mici şi de scurte ar fi mesajele transmise sau recepţionate, ele ar face mai bună şi mai înţeleaptă orice specie inteligentă. De fapt, o astfel de „polenizare încrucişată" a culturilor ar putea mări speranţa de supravieţuire a tuturor civilizaţiilor participante.

Vizite

*

Dacă civilizaţii extraterestre au vizitat Pămîntul, lăsîndu-l, din principiu, să se dezvolte liber şi nestingherit, ar fi putut oare avea loc aceste vizite în urmă cu destul de puţină vreme pentru a fi cunoscute de către fiinţele umane ?

La urma urmei, în toate culturile există poveşti despre fiinţe cu puteri supranaturale care au creat

oamenii, le-au călăuzit paşii în vremurile de demult, le-au oferit primele elemente de tehnologie. Să fie oare asemenea poveşti cu zei născute din amintirea vagă a unor vizite făcute de extratereştri pe Pământ într-un trecut nu prca_îndcpăr- tat ? Dacă viaţa nu a fost plantată pe Pământ de vizitatori cosmici, să fi fost oare implantată tehnologia ? Oare extra- tereştrii s-au mulţumit doar să permită dezvoltarea civilizaţiei, sau au şi ajutat-o ? [27]

E o idee tulburătoare, dar nu avem nici un fel de dovezi în favoarea ei.

Fiinţele umane nu au nevoie în nici un caz de vizitatori din spaţiul cosmic care să le £i inspirat legendele. în drama istoriei umane, actori perfect reali precum Alexandru cel Mare sau Charlemagne au inspirat legende dintre cele mai complicate, abia conţinînd un sîmbure de adevăr.

Pînă şi un personaj de roman, Sherlock Holmes, a fost blagoslovit cu viaţă şi transformat în personaj real de miljoanele de cititori din întreaga lume ; el mai constituie şi astăzi subiectul a nenumărate anecdote.

încă ceva, ideea că vreo formă de tehnologie a apărut brusc în decursul istoriei, că vreo unealtă este prea complicată pentru a fi apărut într-o epocă anume, necesitînd astfel intervenţia unei culturi superioare, este profund greşită.

Aceste presupuneri dramatice au reapărut de curînd în cărţile lui Ericli von Dănikcn. El consideră diverse monumente antice ori prea mari (precum piramidele egiptene), ori prea misterioase (precum desenele din deşertul peruvian) pentru a fi fost create de oameni.

Numai că arheologii, de exemplu, sînt perfect convinşi eă piramidele puteau fi foarte bine construite folosindu-se exclusiv tehnica disponibilă în anul 2500 î.e.n., completată de inteligenţa şi de forţa umană. Ar fi o greşeală să credem că strămoşii noştri nu erau tot atît de inteligenţi ca .şi noi. Tehnologia lor era primitivă, dar mintea lor în nici un caz.

Toate misterele lui von Dăniken, toate bănuielile lui legate dc influenţe extraterestre pot fi explicate mult mai convingător, mult mai pămînteştc, de către arheologi.

în concluzie, deşi putem concepe liniştiţi vizitarea Pă- mintului de către reprezentanţi ai unoi' civilizaţii extraterestre, chiar într-un trecut nu prea îndepărtat, nu

27 Idee centrală a faimosului film ştiinţifico-fantastic : *2001* — O Odisee *spaţială.*

avem nici o dovadă acceptabilă în favoarea acestei supoziţii,- iar dovezile produse la comandă de diverşi entuziaşti sînt lipsite de orice valoare.

Nici măcar vizitele paleoastronauţilor nu reprezintă un maximum al sugestiei dramatice. Se afirmă la ncsfîrşit că Pămîntul este vizitat şi *acum* de reprezentanţi ai unor civilizaţii extraterestre.

Asemenea afirmaţii se bizuie pe observarea unui obiect inexplicabil pentru observatori şi pe care ei (sau altcineva în numele lor) îl explică ca fiind o navă interstelară — de multe ori folosind ca unică explicaţie întrebarea : „Dar ce altceva ar putea fi de parcă propria lor ignoranţă ar fi hotărîtoare.

De cită vreme există oameni, ei trăiesc întîmplări inexplicabile. Cu cît un om este mai educat, mai experimentat, cu atît mai mari sînt şansele sale de a se întîlni cu inexplicabilul, pe care să-l privească ca pe o posibilitate interesantă ce trebuie examinată la rece fără a trage concluzii pripite. Regula constă în căutarea celei mai simple şi mai obişnuite explicaţii care se potriveşte cu faptele, făcînd apel la explicaţii complexe şi neobişnuite numai atunci cînd nu există altă soluţie. Iar dacă nu se ajunge la nici o explicaţie plauzibilă, lucrurile trebuie lăsate în pace — observatorul educat ştie să supravieţuiască nesiguranţei.

Oamenii mai puţin educaţi, cu o experienţă limitată, suportă mai greu enigmele şi caută soluţii, uneori făcînd apel la informaţii vagi, cu condiţia ca acestea să le satisfacă nevoia fundamentală de spectaculos şi senzaţional.

Lumini sau sunete misterioase percepute de oameni» care trăiesc într-o societate în care se crede în îngeri şj diavoli vor fi întotdeauna interpretate ca reprezentări ale îngerilor sau diavolilor, sau ale spiritelor mortilor etc.

În secolul al XlX-lea asemenea lumini şi sunete erau uneori descrise ca fiind nave aeriene. După cel de-al doilea război mondial, atunci cînd cuvîntul „rachetă'[1] a început să circule în rîndurile publicului larg, ele au devenit nave spaţiale.

Aşa s-a declanşat nebunia modernă a „farfuriilor' zburătoare" (conform unei descrieri din 1947) sau, cum li se spune ceva mai rezonabil astăzi, „obiecte zburătoare ne- identificate", pe scurt O.Z.N.-uri.

Existenţa obiectelor zburătoare neidentificate nu poate fi pusă la îndoială.[1] Cine vede luminile de poziţie ale unui avion şi n-a mai văzut niciodată astfel de lumini,

a văzut un O.Z.N. Cine vede planeta Venus deformată dc apropierea orizontului sau de ceaţă şi o confundă cu un obiect mai apropiat, a văzut un O.Z.N.

în fiecare an sînt văzute mii de O.Z.N.-uri. Multe ştiri cu acest .subiect sînt păcăleli ; multe reale, dar explicabile într-un mod mult mai prozaic. Foarte puţine sînt corecte şi într-adevăr misterioase. Ce e cu acestea ?

Adevăratele observaţii misterioase constau de fapt în observaţii al căror mister provine dintr-o lipsă de informaţie. Cîtă informaţie poate culege cel care vede un lucru de neînţeles, pe neaşteptate şi doar timp dc cîteva clipe, şi care este tulburat sau speriat de întîmplare ?

Entuziaştii consideră aceste observaţii misterioase drept mărturii ale prezenţei navelor spaţiale extraterestre. Ei iau în considerare şi observaţii care nu sînt în nici un caz misterioase, ci simple păcăleli sau erori evidente, tot drept dovezi de existenţă a navelor spaţiale extraterestre. Unii entuziaşti susţin chiar că au ajuns la bordul unor asemenea nave.

Nu avem nici un motiv să credem că vreun O.Z.N. ar fi o navă spaţială extraterestră. O navă spaţială extraterestră nu e de neconceput, şi s-ar putea ca una să apară chiar mîine, iar noi va trebui s-o acceptăm ca atare. Deocamdată însă nu există dovezi acceptabile ale prezenţei lor.

Observaţiile cele mai corecte şi mai demne de crezare despre O.Z.N.-uri se referă doar la lumini misterioase. Cu cît devin mai dramatice, cu atît mai puţin demne de crezare sînt rapoartele observaţiilor, iar toate descrierile de „întîlniri apropiate de gradul II sau IU" par a fi simple inepţii.

Toţi extraterestrii descrişi în astfel de poveşti au o formă aproximativ omenească, fapt atît de puţin probabil, îneît poate fi ignorat cu uşurinţă. Descrierile de nave şi de aparatură ştiinţifică .extraterestră trădează de obicei o bună c' noaştere a filmelor ştiinţifico-fantastice de mina a doua şi o foarte modestă încărcătură de cunoştinţe ştiinţifice reale.

Pe scurt, dacă sîntem de acord eu posibilitatea călătoriilor interstelare, trebuie să ajungem la supoziţia că Pămîntul este vizitat sau a fost vizitat, este ajutat sau cel puţin lăsat *în pace de o Federaţie de civilizaţii binevoitoare.

Poate, numai că nimic din toate astea nu sună prea convingător. Ar fi mai prudent să. presupunem că nu e nici uşor, nici practic să călătoreşti printre stele.

Concluzia finală la care pot ajunge la sfîrşitul raţionamentului cuprins în acest capitol este că *există* civilizaţii extraterestre, probabil în număr mare, dar noi *nu* am fost vizitaţi de reprezentanţii lor, probabil fiindcă distanţele interstelare sînt prea mari pentru- a fi străbătute.

Capitolul l-1
EXPLORAREA SPAŢIULUI

Viitoarele destinaţii

Dacă soluţia pentru paradoxul existenţei unui mare număr de civilizaţii într-un Univers în care ,după toate aparenţele, sîntem singuri, constă în presupusa dificultate a explorării spaţiului, nu ne mai rămîne altceva de făcut decît să analizăm în mod serios acpastă problemă.

Oamenii au reuşit să plaseze pe o orbită terestră primul obiect artificial în ziua de 4 octombrie 1957 deschizînd astfel „Epoca spaţială". Cu puţină vreme înaintea celei de-a douăsprezecea aniversări a epocii spaţiale, primii oameni păşeau pe Lună. E un început promiţător. Acum putem merge mai departe.

într-un fel, am şi pornit. Instrumente ştiinţifice au fost debarcate lin pe suprafeţele planetelor Venus şi Marte, de unde ne-au sosit pe Pămînt fotografii şi alte informaţii. Sonde automate au trecut, fără a debarca, prin apropierea planetelor Mercur şi Jupiter, trimiţîndune informaţii referitoare la suprafeţele acestora. în momentul în care scriu acest capitol, alte sonde spaţiale se îndreaptă spre Saturn, spre profunzimile sistemului solar.

Deocamdată, pătrunderea instrumentelor omeneşti, fără participarea directă a fiinţelor umane, în adîncurile spaţiului nu este la fel de impresionantă ca explorările clasice. Ar putea oare oamenii, spre deosebire de uneltele ştiinţei lor, să locuiască pe lumile situate

dincolo de Lună ?

Din păcate, Luna nu constituie un început fericit. E prea aproape de Pămînt şi ne umple de încredere în viitor,

[1] Este vorba fle satelitul arlilieial lansat de pe cosmodromu) Baikonur (U;R.S.S.), urmat la putină vreme de sateliţii sovietici din seriile Sputnik şi Cosmos. — *Nota irod.* ne ispiteşte să nu' ţinem scama de distanţele pe care le implică explorarea spaţiului.

La urma urmei, Luna se află atît de aproape de Pămînt, îneît drumul nu durează decît trei zile ; lui Columb i-au trebuit şapte săptăinîni pentru a traversa Atlanticul.

Cucerirea Lunii nu reprezintă aproape nimic în îndelungatul proces al cuceririi adevăratei imensităţi a spaţiului. De fapt, nici măcar nu am părăsit Pămîntul — Luna este la fel de înrobită gravitaţiei terestre ca mărul de pe creangă, fapt observat în urmă cu trei secole de Isaac Newton.

Există mici corpuri cereşti care uneori se apropie pînă la numai cîteva milioane de kilometri de Pămînt, aşterni zi sau comete care ajung la o distanţă de 10 pînă la 50 de ori mai mare decît cea la care se găseşte Luna. Planeta Venus este însă singurul corp ceresc de dimensiuni rezonabile ceva mai apropiat.

Chiar atunci cînd se află în momentul apropierii maxime faţă de Pămînt, Venus este la o distanţă de 40 000 000 de kilometri în linie dreaptă, de 105 ori mai departe decît Luna.

Nu-î putem cere uhei nave spaţiale să se deplaseze în linie dreaptă, pe o scurtătură dintre orbitele planetelor. Cea mai economică rută a unei nave spaţiale constă într-o orbită eliptică proprie care începe pe Pămînt şi intersectează orbita lui Venus chiar atunci cînd planeta se apropie de punctul dc intersecţie.

Sondele automate trimise spre Venus ou avut nevoie dî şapte luni pentru a parcurge drumul. Numai că aceste sonde automate capătă o singură acceleraţie iniţială, la lansare, fiind lăsate apoi în voia inerţiei. Timpul nu contează pentru un obiect neînsufleţit.

în cazul unei nave cu echipaj uman, timpul *ccnit azii.* Călătoria trebuie să dureze cît mai puţin, deci c nevoie de viteze cit mai mari.

De multe ori oamenii au reşit să micşoreze distanţele, mărind vitezele. Am mai spus că astronauţii au nevoie doar de trei zile pentru a ajunge pe Lună, în timp ce Columb a avut nevoie de şapte săptămîni pentru

a traversa Atlanticul, în pofida faptului că Luna se găseşte la o distanţă care reprezintă de 80 de ori lăţimea oceanului Atlantic. »

Numai că astronauţii călătoresc cu o viteză medie de 1 300 de ori mai mare decît Columb. înmulţiţi această viteză cu 70 şi vă vor fi suficiente trei zile pentru a ajunge pe **Venus.**

Viteza necesară s-ar putea obţine imprimmd rachetei **o** acceleraţie de 70 de ori mai mare decît cea a rachetei folosite pentru zborul în Lună, utilizînd motoare cu reacţie cu o forţă de tracţiune de 70 de ori mai mare. Dar chiar dacă construim motoare atît de mari şi de puternice, chiar dacă sîntem dispuşi să consumăm atîta combustibil, ră- mîne de rezolvat o altă problemă — organismul uman |n>ate rezista numai la acceleraţii relativ reduse. Acceleraţia necesară pentru a lansa spre Venus o navă care **să** atingă viteze suficiente pentru a scurta, călătoria i-ar ucide pc astronauţi într-o clipă.

Există şi o altă posibilitate, folosirea la lansare a unei acceleraţii comparabile cu cea folosită la lansarea unei rachete spre Lună, urmată de acceleraţii suportabile care să dureze relativ mult. în acest fel nava va atinge viteze din ce în ce mai mari pînă la jumătatea drumului. în acel punct motoarele rachetei ar fi orientate în altă direcţie şi o frînare lentă ar reduce viteza navei în vederea întîl- nirii cu Venus.

E nevoie de timp pentru acceleraţie şi frînare, astfel îneît toată călătoria ar dura mult mai mult decît trei zile. Mai rău, acceleraţia şi frînarea cer consum dc energie şi am putea stabili drept regulă generală faptul că scăderea timpului necesar unei călătorii implică o creştere a consumului de energie. (De exemplu, dacă astronauţii se deplasează cu o viteză medie de 1 300 de ori mai mare decît ee.a atinsă de Columb, consumul lor total de energie va fi cu mult mai mare decît de 1 300 de ori cel al lui Columb.)

Nu cunoaştem nici un mod de a despărţi duratele de consumul de energie ; presupunând că interpretăm corect legile naturii, nici nu există o asemenea posibilitate. Ţi- nînd seama de limitele rezistenţei organismului uman la acceleraţii, ca şi de nevoile economice implicate de consumul de energie, putem crede că primul zbor pilotat spre Venus (dacă acesta va avea loc) VEI dura cel puţin patru luni..

Oamenii au locuit în spaţiu atîta vreme, numai că au făcut-o în staţii spaţiale, precum Skylab, în imediata apropiere a Pămîntului, o misiune de salvare fiind

oricînd posibilă. Să petreci însă 120 de zile în spaţiu, înghesuit într-o navă cosmică, clipă de clipă mai departe dc casă, ar putea fi riscant din punct de vedere psihologic.

Mai răy, sosirea la destinaţie, în apropierea planeti Venus, nu ar aduce nici o şansă de debarcare, ţinînd seam de temperaturile extrem de ridicate care domnesc pe su prafaţa venusiană. Orice explorare a acestei suprafeţe v trebui să fie efectuată de sonde automate, lansate din nav spaţială care va rămîne pe o orbită -în jurul lui Venu pornind mai apoi într-o nouă călătorie de patru luni, c datti aceasta din nou spre Pămînt.

Întrucît explorarea suprafeţei venusiene trebuie ne apărat să fie efectuată de o sondă spaţială automati această sondă ar putea foarte bine să facă tot drumul, aş; cum s-a şi întîmplat de cîteva ori pînă pcum. Avantaje! lansării sondei autojnate de la bordul unei nave cu echipa uman, ca şi recepţia semnalelor emise de sondă de către piloţii navei nu ar putea justifica experienţa traumatizant reprezentată de o şedere continuă de opt luni în spaţiu cosmic.

Mercur, planeta cea mai apropiată de Soare, se afl şi mai departe de noi decît Venus. Ea nu se apropie nicN odată la mai puţin de 30 000 000 de kilometri, de două on mai departe decît Venus în momentul apropierii maximei

Mercur le-ar oieri măcar o şansă de debarcare astro-, nunţilor de cursă lungă, fiindcă ni-i putem imagina coborî ud pe partea întunecată a planetei, explorînd timp de cîteva săptămâni suprafaţa şi decolînd înainte ca răsăritul Soarelui să-i oblige s-o facă.

Zborul spre Mercur i-ar duce însă pe astronauţi câni prea aproape de Soare, la doar 65 000 000 de kilometri! Radiaţia solară este de patru ori mai intensă în acea *zona* decît în vecinătatea Pămîntului. **Avantajele unui zbor** pilotat spre Mercur în comparaţie cu o sondă automată sînt mţnime, dacă ţinem seama de riscul expunerii la radiaţia mai intensă, risc care ar putea fi prea mare.

Dacă o călătorie în direcţia Soarelui nu ne oferă **o** destinaţie adecvată, ce-ar fi să ne gîndim la o călătorie în direcţia opusă ?

Ei bine, în direcţia opusă Soarelui, planeta cea **mai** apropiată de Pămînt este, bineînţeles, Marte. în momentul apropierii maxime, Marte se află cam la **58 000 008 de** kilometri de Terra, adică mai aproape decît orice altă planetă, ciţ excepţia lui Venus. Călătoria spre

Marte **în**seamnă şi o scădere continuă a. intensităţii radiaţiei solare ; Marte este şi o lume relativ rece, care poate fi explorată oricîtă vreme, chiar dacă Soarele străluceşte **pe** îer (cu condiţia unei protecţii adecvate împotriva radiaţiei iltraviolete a Soarelui, protecţie pe care atmosfera rare- iată a planetei Marte nu o poate asigura).

în orice caZ, drumul dus-întors spre Marte va dura :eva mai mult decît un an terestru. Deşi călătoria va fi ntreruptă o bucată de vreme de debarcarea pe o planetă -.are are calitatea de a fi, printre toate planetele sistemului lolar, doar cu ceva mai puţin confortabilă decit Pămîntul, sarcina echipajului ar putea reprezenta o exploatare maximă a rezistenţei umane.

Şi dincolo de Marte ? Pentru a ajunge la asteroizii mai mari Sau la sateliţii planetelor gigantice e nevoie să parcurgem distanţe mult mai mari, călătoriile ar putea dura uni sau chiar decenii întregi, şi nu vorbim de data aceasta despre călătorii dus-întors. Pe moment, zboruri pilotate care să dureze atîta amar de vreme nu par posibile.

Dincolo de Lună deci, Marte rămîne singura destinaţie destul de importantă. dar şi el reprezintă o posibilitate destul de îndepărtată.

Aşezări H» **spaţiu**

Primele noastre succese în spaţiu nu sînt deci de o mare importanţă practică. Vom rămîne probabil, în viitorul np copiat, tot în limitele sistemului Pămînt—Lună.

Afirmaţia poate fi valabilă doar fiindcă am plecat de la presupunerea că Pămîntul însuşi va reprezenta baza viitoarelor explorări spaţiale. Există oare o alternativă ?

Dacă ne menţinem în limitele sistemului Pămînt—Lună, s-ar părea că Luna reprezintă singura alternativă. Să presupunem că am reuşi să construim o bază spaţială complexă pe Lună, o bază unde să putem construi nav< spaţiale, unde să avem rezerve de combustibil. Atracţia gravitaţională a Lunii, şi implicit viteza necesară depăşirii ncestei atracţii, sînt mult mai miei decît cele caracteristice Pămîntului, astfel că o lansare de pe Lună ar reprezenta o cheltuială de energie mult mai mică decît o lansare de pe Pămînt. Economia de energie realizată astfel ar permite acceleraţii şi frînări mai intense şi mai lungi, scartînd astfel durata totală a. unui

zbor spaţial. Numai că zborul nu ar ajunge să dureze destul de puţin pentru a face călătoriile în spaţiu o realizare cu adevărat practică.

Aşteptaţi o clipă. Fiindcă noi, ca toate celelalte for® de viaţă pe care le cunoaştem, trăim pe suprafaţa uîl planete, avem tendinţa să considerăm normală acea® situaţie şi anormală orice altă situaţie. în 1974, fizician® american Gerard Kitchen O'Neill (n. 1927) a sugerati alternativă originală, aşezări omeneşti în spaţiul cosm® Nu era o idee cu totul nouă ; ea fusese folosită de mul®| ori în proza ştiinţifico-fantastică, dar era prima oară ® ideea era îmbrăcată cu haina amănuntelor exacte. ®

O'Neill a sugerat două locuri adecvate pentru baze® spaţiale ale omenirii, locuri aflate la aceeaşi distanţă ® Pămînt ca şi Luna. ®

Imaginaţi-vă Luna la zenit, exact deasupra noasti® Trageţi o linie pe cer, spre est, linie care să unească Lui® cu orizontul. La două treimi din lungimea liniei, dacă® privim dinspre Lună, la o treime din lungimea liniei, da® o privim dinspre orizontala o distanţă egală cu distan® pînă la Lună, şe găseşte primul dintre aceste locuri. Trage® o altă linie, de data aceasta spre vest, de la Lună pînă **11** orizont. La două treimi din lungimea liniei, dacă o privii® dinspre Lună, la o treime din lungimea liniei, dacă o pri* vim dinspre orizont, la o distanţă egală cu distanţa pînfc la Lună, se găseşte cel de-al doilea loc. 1

Un obiect situat într-unul din cele două puncte **va,** forma vîrful unui triunghi echilateral ale cărui unghiurH vor mai fi marcate de Pămînt şi de Lună. Obiectul se **va!** găsi la 384 400 de kilometri atît în raport cu Luna, cît şfl cu Pămîntul în fiecare din cele două puncte menţionate, obiectul situat într-unul dintre ele se va găsi la aceeaşi distantă atît faţă de Lună, cît şi faţă de Pămînt.

Ce calitate deosebită au «ceste puncte ? în 1772, astro-, nomul Joseph-Louis Lagrange (1736—1813) a demonstrat că un obiect relativ mic ca dimensiuni plasat într-unul din cele două puncte va rămîne aproape staţionar în ţaport cu Luna. în timp ce Luna execută o mişcare de revoluţie în jurul Pămîntului, orice obiect relativ mic plasat într-unul din cele două puncte va efectua şi el o mişcare de revoluţie în jurul Pămîntului, ţînînd pasul cu Luna. Concurenţa dintre atracţiile gravitaţionale ale Pămîntului şi Lunii îl va menţine în aceeaşi poziţie.

Dacă micul obiect pomenit nu ar fi plasat exact într-

unul din puncte, el ar avea o uşoară mişcare de oscilaţie (,,libraţie“) în raport cu punctul. Cele două puncte din lenţlu poartă numele de puncte Lagrange sau puncte de llbraţie.

Lagrange a descoperit nu mai puţin de cinci asemenea puncte, dar trei dintre ele nu prezintă importanţă prac- i|rn întrucît situaţia lor este instabilă.,Un obiect nu şi-ar puica păstra starea de repaus relativ în raport cu Luna ih cît dacă s-ar afla situat exact într-unul din aceste puncte. Orice deplasare în raport cu punctul, fie ea minimă, ar face obiectul să intre în derivă pentru totdeauna. <'ele două puncte în care un obiect îşi menţine stabilitatea (cu excepţia libraţiei) sînt punctele care formează triunghiuri echilaterale atât cu Luna, cît şi cu Pămîntul. Punctul dinspre orizontul estic se numeşte L4, iar cel dinspre orizontul vestic L5.

O’Neill a propus exploatarea acestui fenomen de stabilitate gravitaţională prin amplasarea unor aşezări umane în spaţiul cosmic, în regiunile din jurul celor două puncte de fibraţie, aşezări care să devină structuri permanente în sistemul Pămînt—Lună. Aşezările ar putea fi compuse (lin obiecte sferice, cilindrice sau toroidale, destul de mari pentru a adăposti 10 000 pînă la 10 000 000 de oameni.

Oamenii ar putea trăi pe suprafeţele interioare ale acestor obiecte, cărora li s-ar imprima o mişcare de rotaţie suficient de rapidă pentru ca forţa centrifugă să realizeze un efect similar atracţiei gravitaţionale de la suprafaţa Pămîntului ; acest efect i-ar menţine pe toţi, oameni şi lucruri, pe acea suprafaţă interioară. Pe suprafaţa interioară, a obiectelor cosmice ar putea fi realizată o lume familiară oamenilor. S-ar aduce pămînt care să fie cultivat, iar mai apoi agricultura ar fi completată de zootehnie. Omul ar trăi acolo împreună cu tot ce a realizat, clădirile şi maşinile sale.

Materialele folosite vor fi metalul şi sticla. Soarele, reflectat de uriaşe oglinzi care vor însoţi pe orbită aşezarea umană din spaţiu, va lumina interiorul ei, transformând ceea ce altfel ar fi fost o cavernă metalică într-o lume însorită. Pătrunderea luminii va putea fi controlată cu ajutorul unor jaluzele care să permită alternanţa dintre zi şi noapte şi care să menţină o temperatură agreabilă în interiorul aşezării.

Soarele va oferi şi energia necesară aşezării din spaţiu — energie abundentă, uşor de utilizat, nepoluantă.

Aşezările mai mari vor conţine o atmosferă destul de

densă pentru a permite formarea norilor şi iluzia cerului albastru. Unele zone ale suprafeţei interioare a marii aşezări vor fi modelate, căpătînd un relief muntos ; e vorl de munţi adevăraţi, şi nu de modeste coline.

Construcţia unor asemenea aşezări va fi, fără înd'< ială, 6 întreprindere costisitoare, dar cu mult mai puţi costisitoare decît totalul mondial actual al armamentele Dacă Pămîntul are intenţia să supravieţuiască, el va trebi să înveţe să practice o ^cooperare internaţională din ce î ce mai intensă, armamentele vor trebui să dispară^ is efortul de a construi aşezări în spaţiu va putea deveni u mod constructiv de folosire a resurselor economice umane implicate azi în domeniu] războaielor şi al preg tirilor de război.

Să nu uităm că progresele tehnologice vor duce la sei derea costului de construcţie al aşezărilor, scădere Ia cat vor contribui şi viitorii colonişti spaţiali, dornici să-şi ml rească domeniul, gata să construiască cu propriile mijloa« viitoarele aşezări.

De unde vom lua însă materiale de construcţie pentrd aceste, aşezări în spaţiu ? Planeta noastră, care geme sul povara nevoilor omenirii, care se apropie de epuizarea resurselor naturale, nu şi-ar putea permite să ofere imensele cantităţi de materiale necesare construcţiei. Ar 4 nevoie de milioane sau de sute de milioane de tone d* materiale de construcţii pentru fiecare aşezare.

Din fericire, avem la îndemînă Luna, o lume **raoartăj** nelocuită, ale **cărei** „drepturi" nu ne afectează cîtuşi **d«** puţin-. Luna ne-ar putea oferi aluminiu, fier, titaniu, siiiclăb ciment şi alte substanţe necesare construcţiei coloniei.. Pe suprafaţa interioară ar putea fi împrăştiat sol lunar. Şl nu numai că există cantităţi suficiente de materie hmară, dor transportul ei de pe Lună ar necesita doar 1/20 din efortul necesar transportului de pe Pămînt, datorită atracţiei gravitafionale mult mai modeste a Lunii. Prelucrarea metalelor şi alte procese industriale ar putea avea loc chiar în spaţiul cosmic.

Ce-i drept, materia lunară nu corespunde exact necesităţilor noastre. Ea es te săracă în elemente volatile precum carbonul, azotul şi hidrogenul, care sînt esenţiale pentru aşezarea din spaţiu. Din fericire, există din belşug pe Pămînt asemenea substanţe, aşa că vor putea fi exportate fără probleme cantităţile necesare Ia început. Toate resursele vor fi economisire cu multă grijă şi reciclate, astfel îneît aprovizionările ulterioare să se menţină în limite cît frnai reduse. în cele din urmă, vor fi exploatate şi alte surse kle materii volatile, cometele de exemplu.

Pericole şi dificultăţi ? Sînt, desigur.

[Există posibilitatea ciocnirilor cu meteoriţi, posibilitate ti estul de redusă, de altfel. Riscul este mai mic decît cel il cutremurelor sau erupţiilor vulcanice de pe Pămînt, tcare distrug şi ele, uneori, .aşezările umane.

I Radiaţia solară încărcată cu energie este şi ea periculoasă, dar nu va reprezenta o problemă într-o aşezare spaţială protejată de alumjniu, stieţă şi sol. Razele cosmice reprezintă un pericol mult mai mare,, astfel că structura exterioară a aşezării va trebui să fie proiectată într-un rnod adecvat.

încă ceva, forţa centrifugă a rotaţiei cilindrului nu va reproduce perfect gravitaţia terestră. Pe Pămînt, atracţia gravitaţională nu se modifică perceptibil odată cu îndepărtarea de suprafaţă. în schimb, în interiorul aşezării care se roteşte, forţa centrifugă va scădea rapid odată cu îndepărtarea de suprafaţă, devenind nulă în zona axei de rotaţie a aşezării. Nu putem şti dacă fluctuaţiile atracţiei gravitaţionale vor avea urmări grave de lungă durată <supru organismului uman; ţinînd seama însă de experienţa acumulată pînă acum în zborurile cosmice, nu avem motive serioase de îngrijorare.

De ce să clădim însă astfel de aşezări ? Oamenii nu obişnuiesc să se angajeze în proiecte grandioase doar de plăcere. Marele zid chinezesc a fost clădit pentru a opri năvălirile barbare. Piramidele egiptene au fost construite fiindcă religia vremii considera cultul suveranilor dispăruţi drept esenţial pentru bunăstarea naţiunii, Catedralele medievale au fost construite întru preamărirea Domnului.

Construcţia aşezărilor în spaţiu ar putea fi declanşată de penuria continuă a resurselor energetice, de imposibilitatea de a găsi o sursă de energie suficientă, sigură şi permanentă, care să le înlocuiască pe cele tradiţionale.

Utilizarea directă a luminii solare pare să reprezinte singura soluţie posibilă, iar energia solară poate fi colectată mult mai uşor în spaţiul cosmic decît pe suprafaţa Pămîntului. O centrală solară ar capta în întregime energia oferită de Soare, eliberată de efectele de blocare ale atmosferei terestre. Dacă centrala s-ar afla în planul Ecuatorului terestru, pe o orbită geosincronă, la o altitudine de.peste 35 000 de kilometri, ea nu s-ar găsi în umbra Pămîntului decît foarte puţină vreme, doar 2% din durat sa de funcţionare.

Un număr de centrale solare în jurul Pămîntului, p orbite geosincrone, ar rezolva pentru totdeauna proble mele nevoilor de energie ale planetei noastre şi ar pute oferi un motiv foarte serios de cooperare naţiunilor de pi Pămînt, nu de alta,' dar aceste centrale solare ar reprezentj o soluţie salvatoare pentru întreaga lume.

Dacă se ajunge la ideea necesităţii absolute şi la efortu conjugat de construire a centralelor solare în spaţiu, construcţia unor aşezări spaţiale va deveni o realitate necesară, o soluţie pentru cazarea nenumăraţilor muncitor care vor lucra în exploatările miniere de pe Lună şi p< şantierele centralelor solare,

Începînd cu construcţia acestor centrale solare, vorni asista la transformarea spaţiului cosmic, care se va îmbogăţi cu observatoare astronomice, laboratoare şi uzine, (mult mai computerizate şi mai automatizate decît cele da pe Pămînt) mereu mai multe pe orbite în jurul planetei] noastre.

Cu cît o parte mai mare a industriei şi tehnologiei umane se va ridica în spaţiul cosmic, cu atît vor creşte şansele Pămîntului de a redevni un imens parc, o uriaşă fermă, de a fi din nou presărat cu regiuni de o încîntătoare sălbăticie. Ar fi şi de dorit. Am putea înfrumuseţa din nou Pămîntul fără a pierde nici una dintre cuceririle ştiinţei, Iară a renunţa la avantajele materiale pe care ni le oferă industria şi tehnologia avansată.

Odată cu realizarea aşezărilor spaţiale ca parte integrantă a unui program de soluţionare a nevoilor de energie ale umanităţii, lucru care se va întîmplă poate peste cîteva generaţii, vor apare şi o serie de avantaje suplimentare.

Creşterea numărului de aşezări spaţiale va duce la creşterea numărului de lucrători cosmici care vor beneficia de un confort sporit. Peste un secol, un miliard de oameni ar putea deveni locuitori ai aşezărilor spaţiale, iar peste două sute de ani numărul lor îl va depăşi pe cel

al pămîntenilor rămaşi pe planeta-mamă.

Această perspectivă nu exclude necesitatea limitării exploziei demografice ; dacă ritmul actual de creştere al populaţiei s-ar menţine neschimbat, peste nouă mii de ani masa totală a fiinţelor umane va egala masa totală a Universului.

De fapt, e nevoie încă de pe acum de o limitare a ritmului de creştere al populaţiei, nu de alta, dai', cu mult înainte de a reuşi să trimitem în spaţiu un miliard de oameni, populaţia Pămîntului va fi crescut cu încă 25 de miliarde de locuitori, ceea ce ar fi dezastruos. Poate că existenţa aşezărilor în spaţiu ar putea reprezenta o soluţie de moment; ritmul de creştere al populaţiei ar putea fi ceva mai lent în aceste condiţii.

Pe lîngă spaţiul alocat oamenilor, ciorchinii de aşezări spaţiale în plină dezvoltare vor aduce schimbări spectaculoase în structura culturilor umane. Fiecare aşezare va avea propriul mod de viaţă, uneori poate foarte diferit de modul de viaţă actual. Fiecare aşezare va adopta poate stiluri şi mode diferite ; vestimentare, muzicale, artistice, literare, în domeniul vieţii sexuale, al vieţii de familie, în religie şi aşa mai departe. Opţiunile creatoare în general şi cele legate de progresul ştiinţific în special vor fi nelimitate.

Ar putea apare chiar elemente ale modului de viaţă care să fie caracteristice exclusiv aşezărilor din spaţiu şi imposibil de reprodus pe Pămînt.

Alpinismul practicat în aşezările spaţiale mari ar oferi plăceri necunoscute pe Pămînt. Fiecare metru urcat ar însemna percepţia scăderii efectului forţei centrifuge produse de rotaţia aşezării, uşurînd din ce în ce mai mult ascensiunea. Ar lipsi efectele dezagreabile ale rarefierii atmosferei, ca şi frigul.

La sfîrşitul ascensiunii, în zone rezervate, pe vîrf de munte, acolo unde efectul forţei centrifuge ar fi foarte slab, oamenii ar zbura prin aer folosindu-şi propria forţă, musculară, acţionînd aripi de plastic sau atîrnaţi de aripi zburătoare, fericiţi în atmosfera densă şi eliberaţi de atracţia gravitaţională.

Navigatori în spaţiu

Din punctul nostru de vedere însă, aşezările din spaţiu ar avea o importanţă esenţială în altă privinţă, şi anume : ele ar uşura explorarea sistemului solar, nu atît din punct de vedere pur fizic, cît din motive psihologice.

Gindiţi-vă... ,

în primul rînd, zborurile cosmice reprezintă un subiect exotic de conversaţie pentru pămînteni, sînt ceva care i-ar putea duce departe de lumea în care trăiesc, lume'pe care viaţa există de mai bine de trei miliarde de ani.

Pentru coloniştii spaţiali însă, zborul în cosmos ar re-, prezenta cu adevărat scopul şi eşpnţa vieţii lor. Lumile lor au fost populate ca rezultat al zborurilor spaţiale, munca lor în exploatările miniere de pe Lună şi pe şantierele cosmice ar include zborul în spaţiu ca un eveniment aproape cotidian.

între aşezările spaţiale s-ar putea dezvolta turismul cosmic.

Toate aşezările ar prezenta practic aceeaşi atracţie gravitaţională, toate s-ar afla cam. la aceeaşi distanţă în raport cu Soarele, Pămîntul şi Lima ; în consecinţă, necesităţile de energie ale transportului de la o aşezare la alta ar fi minime. Un fel de patinaj lent prin cosmos.

Dacă ţinem seama de cheltuielile reduse de energie necesare transportului şi de diferenţele culturale remarcabile dintre diferitele aşezări, găsim suficiente motive de interes pentru turiştii cosmici ai viitorului. Poate că în viitor toţi coloniştii spaţiului vor îAcepe să călătorească în cosmos de la o vîrstă foarte fragedă, aşa că zborul în spaţiu nu va mai fi pentru ei un motiv de spaimă.

Chiar dacă viitorii colonişti ar dori să părăsească zona punctelor de libraţie sau Luna, în cazul în care ar trăi pe Lună, nu ar fi nevoie.de o acceleraţie iniţială comparabilă ca intensitate cu cea necesară trecerii prin atmosfera Pămîntului şi luptei cu atracţia gravitaţională intensă a planetei noastre. Astfel este eliminată partea cea mai puţin confortabilă a zborului în spaţiu.

Chiar dacă pămîntenii, în general vorbind, ar ezita să se aventureze în spaţiul cosmic, chiar dacă puţini dintre ei ar cortspunde fizic şi temperamental profesiunii de exploratori ai spaţiului, întreaga populaţie a aşezărilor spaţiale din viitor ar putea să fie compusă din asemenea exploratori.

Pentru pămînteni, condiţiile de mediu din timpul zborului în spaţiu reprezintă o schimbare totală faţă de-cele cu care sînt obişnuiţi. Pămîntenii s-au învăţat să se agaţe de suprafaţa exterioară a unei planete mari, s-au obişnuit cu cicluri ale hranei, aerului şi apei într-un sistem atît de vast, îneît trece practic neobservat, s-au adaptat unei atracţii gravitaţionale constante indiferent

de locul în care se află.

în. schimb, pentru coloniştii spaţiali, zborul în spaţiu nu ar constitui o schimbare prea importantă. Li trăiesc, **de** la bun început, în interiorul unei lumi, sînt familiarizaţi cu sistemul strict de reciclare al hranei, aerului şi apei şi îl cunosc, s-au obişnuit cu variaţiunile atracţiei gravitaţionale.

Pe scurt, coloniştii spaţiali care ar pleca într-un zbor cosmic de lungă durată nu ar face altceva decît să se mute dintr-o navă spaţială într-alta, ceva mai mică.

Toate acestea nu înseamnă că un zbor cosmic spre **o** anumită destinaţie nu va fi la fel de lung şi la fel de plictisitor ; oricum, dificultăţile psihologice vor fi considerabil mai mici. Un echipaj de colonişti spaţiali va rezista cu mai mult stoicism înghesuielii din nava care îi poartă într-un lung zbor spre planeta Marte şi va avea o eficienţă superioară unui echipaj de pămînteni.

Trebuie însă să ne întrebăm ce i-ar împinge să facă toate acestea. Ce i-ar împinge pe coloniştii spaţiali spre limitele sistemului solar ?

Curiozitatea umană şi dorinţa de .cunoaştere **ar fi poate** suficiente pentru cîte un zbor de lungă durată ; pentru o mişcare de masă e nevoie de ceva mai mult.

Să vedem ce antime este acel „ceva“.

Punctele -de libraţie situate de o parte şi de **alta a** Lunii reprezintă zone relativ restrînse, care s-ar putea aglomera destul de repedet Mai mult decît atît, creşterea numărului de aşezări spaţiale, implicit creşterea populaţiilor locale, ar putea reprezenta pentru pămînteni un pericol de secătuire a resurselor de materii volatile — Pămîntul ar putea să înceapă să facă mofturi în timpul tratativelor comerciale.

Ar fi deci cazul să începem să căutăm şi alt spaţiu vital şi noi surse de materii volatile.

Sistemul solar interior este în general sărac în materii volatile. Pe Lună şi pe Mercur acestea nu există, Venus este inaccesibilă, iar Marte, deşi accesibil şi poate bogat în materii volatile, ar putea prezenta dificultăţi juridice. Atunci cînd coloniştii spaţiali vor fi gata să-şi înceapă explorarea, ar putea să existe pe Marte baze spaţiale cu echipaje ai căror membri ar fi, de drept, poate, proprietarii acelor materii volatile.

e Am mai menţionat faptul că din cînd în cînd se rătăcesc prin zona noastră comete bogate în materii volatile, numai că ele reprezintă o sursă intermitentă şi nesigură în exploatare, ceea ce ar fi de-a dreptul riscant în condiţiile înmulţirii aşezărilor spaţiale.

. Cea mai apropiată destinaţie adecvată extinderii spaţiului vital al coloniştilor spaţiului este centura de asteroizi. Miile de asteroizi le vor pune la dispoziţie materiale de construcţie, pe mulţi dintre ei se găsesc cantităţi considerabile de materii volatile, iar dificultăţile de exploatare vor fi mult mai mici decît pe Lună.

Poate că în secolul al XXII-lea aşezările spaţiale din punctele de libraţie vor fi considerate drept o simplă fazăj preliminară, iar centura de asteroizi va începe să joace rolul de zonă primară a viitoarelor aşezări. Ele se vor afla mai departe de Pămînt şi vor fi total independente.' putînd însă păstra legătura prin radio şi televiziune. Va fi- loc destul pentru a construi multe milioane de aşezări înainte de a se simţi nevoia dc mai mult spaţiu.

Expansiunea ar putea continua, ducînd la apariţia unor adevărate centuri de aşezări spaţiale, situate în jurul planetelor Jupiter şi Saturn, la distanţe suficient de mari pentru a putea fi evitate cîmpurile magnetice şi radiaţia intensă din interiorul acestora.

Coloniştii spaţiului vor fi fenicienii, vikingii si pulinczienii „Epocii spaţiale", aventurîndu-se în largul unui imens ocean ale cărui insule şi continente le vor explora şi popula.

Probabil că în secolul al XXIII-lea sistemul solar va fi fost explorat în întregime, poate chiar aglomerat cu aşezări umane. Soarele însuşi va putea constitui o sursă adecvată de energie, cu condiţia să-i adunăm şi să-i focalizăm radiaţia, chiar undeva departe, spre limitele sistemului solar, iar reactoarele bazate pe fuziunea hidrogenului vor reprezenta, în cele din urmă, o sursă adecvată de energie alternativă. .

Pragul

Această imagine optimistă a explorării şi colonizării sistemului solar depinde, surprinzător de mult, de folosirea şi de trecerea unui prag, Luna.

Să presupunem că Luna nu ar străluci pe cer, că DU s-ar fi format odată cu Pămîntul într-un accident improbabil sau că nu ar fi fost capturată dc Pămînt printr-un alt accident la fel de improbabil. Să încercăm să înţelegem

modul în care ar fi fost afectată dezvoltarea tehnologică **a** omenirii.

Luna este cea care a născut în mintea oamenilor ideea de pluralitate a lumilor. Dimensiunile Lunii şi apropierea ei ne-au făcut să o considerăm o lume interesantă, ade- menindu-ne în spaţiul cosmic spre prima noastră destinaţie.

în absenţa Lunii, progresele astronomiei ne-ar fi făcut poate să înţelegem că şi planetele sînt lumi ; ne întrebăm însă, ar fi încercat oare oamenii să ajungă la zborul în spaţiu dacă cele mai ‘apropiate corpuri celeşti ar fi fost Venus şi Marte şi dacă im zbor dus-întors spre cea mai apropiată ţintă posibilă ar fi durat mai bine de un an ?

Dezvoltarea tehnologiilor legate de zborul în cosmos presupune existenţa unei ţinte uşor de atins, oamenii au nevoie de o încurajare constantă în lupta pentru realizarea acestor tehnologii, şi ce i-ar putea oare încuraja mai mult decît perspectiva unui succes uşor de obţinut ?

Poate că oamenii ar fi lansat rachete în spaţiu şi ar fi trimis astronaut! pe orbite în jurul Pămîntului chiar dacă Luna nu ar fi existat. Zborurile cosmice au şi alte aplicaţii pe lîngă cucerirea Lunii. Dorinţa de a studia Pămîntul ca pe un tot unitar, resursele sale, atmosfera şi meteorologia, magnetosfera, particulele de praf şi razele cosmice de dincolo de atmosferă, posibilitatea de a cerceta restul Universului dintr-o poziţie neafectată de atmosfera terestră, utilizarea energiei solare, toate acestea ne-ar fi putut împinge spre tehnologia rachetelor şi spre explorarea spaţiului.

Poate că ar fi durat mai multă vreme, poate că ar fi fost mai puţin probabil, dar cu timpul am fi făcut-o. Ne putem imagina că.tot ce s-a întîmplat s-ar fi întîmplat în orice caz, chiar dacă nu ar fi existat Luna, evident, cu excepţia zborurilor spre Lună şi dincolo de ea. Poate că am fi lansat şi sonde automate spre planetele aflate la mari depărtări.

Dar ar fi .dus oare progresul nostru la aşezările din spaţiu ? Dacă astfel de lucruri par nepractice oamenilor „serioşi", ele ar fi părut mult mai puţin practice în cazul în care tot materialul de construcţie necesar aşezărilor ar fi trebuit adus de pe Pămînt, dacă Luna nu ar fi fost disponibilă ca sursă, de materii primo.

Fără aşezări spaţiale, explorarea serioasă a sistemului nostru solar ar fi improbabilă, **eu** cel puţin- aşa cred.

Faptul că un satelit mare precum Luna reprezintă u posesiune cu totul improbabilă pentru o planetă locuibilă precum Pămîntul, faptul că Pămîntul a profitat în această privinţă de un accident astronomie, ne face să ne întrebăm dacă alte civilizatii au ajuns la realizări superioare celor la care am ajuns noi pînă în prezent în domeniul[1] zborurilor în spaţiul cosmic.

Să fie oare toate celelalte civilizaţii îngrădite pe propriile lor planete şi în în^prejuiTmile acestora, capabile, în cel mai bun caz. să trimită sonde automate spre alte planete ? Dacă ar fi aşa, indiferent de nivelul lor tehnologic ? E o idee ispititoare. Ea ar reprezenta o explicaţie clară — iată de ce Universul pare atîtde pustiu, deşi există mai bine de jumătate de milion de civilizaţii doar în Galaxia noastră.

Ar fi o consolare pentru noi. Noroc că Luna este accesibilă, poate ca peste cîteva secole vom ajunge în domeniul zborurilor spaţiale la performanţe uimitoare, de neatins pentru civilizaţii mult mai vechi şi poate, în multe privinţe, mult mai avansate decît noi. Vom fi nare noi, şi nu reprezentanţii altei, civilizaţii, doar datorită Lunii, cuceritorii Universului ?

Greu de crezut. Beneficiind de un ritm superior de dezvoltare a tchnoldţţiei şi minată de foamea de energie, o civilizaţie ar putea porni să cucerească spaţiul cosmic chiar dacă ar fi lipsită de o Lună caa noastră.

Planeta şi-ar folosi propriile resurse, la preţuri rezonabile, şi s-ar zbura de-a dreptul spi'e cele mai apirbpiate planete, oricît de lung şi de plicticos ar fi zborul. în continuare ar fi folosite resursele primei planete întîlnite şi aşa mai departe?

Poate că^tpate civilizaţiile procedează astfel — poate că le e mai greu decît ne este sau ne-ar fi nouă, dar poate că ajung la rezultate superioare mulţumită chiar dificultăţilor. Poate că toate civilizaţiile ajung în faza zborurilor în spaţiu, îşi explorează şi îşi colonizează propriul sistem planetar.

În acest caz, de ce nu primim veşti de la nimeni ? De ce nu ne vizitează nimeni ?

Pentru o vizită e nevoie însă de ceva mai mult deeît de capacitatea de a zbura de la o planetă la alta, e nevoie să poţi zbura de la un sistem planetar la altul, şi asta e muţt mai greu. »

Capitolul 12
ZBORUL INTERSTELAR

Viteza luminii

Cel mai îndepărtat obiect vizibil din sistemul nostru solar este planeta Pluto. Ştim că există comete care ajung mult mai departe decît Pluto, ^poate miliarde de comete care se rotesc în jurul Soarelui mult dincolo de orbita lui Pluto. Cu toate acestea, nu a fost observată niciodată vreo cometă dincolo de orbita lui Pluto şi nici măcar dincolo de orbita lui Saturn. Putem deci considera orbita lui Pluto ca fiind egală în diametru cu sistemul solar vizibil — dimensiunile acestui diarpetru depăşesc cifra de 11,8 miliarde de kilometri.

E o distanţă enormă, diametrul sistemului solar vizibil este de 80 de ori mai mare decît distanţa de la Pămînt la Soare. Şi totuşi, distanţa pînă la cea mai apropiată stea. Alpha Centauri, este de 3 500 de ori mai mare decît acest diametru. •

Dacă am comprima sistemul solar astfel îneît orbita lui Pluto să corespundă cu ecuatorul Pămîntului (scară la care Pămîntul s-ar găsi la 160 de kilometri de Soare). Alpha Centauri s-ar afla la aceeaşi distanţă cu Venus în momentul apropierii maxime dintre ea şi Pămînt — nu uitaţi, Alpha Centauri este *cea mai apropiată* stea. Drumul pînă la Sirius este 'de două ori mai lung, pînă la Procyon de 2,5 ori mai lung,- pînă la Vega de 6 ori mai lung, pînă la Arcturus de 9 ori mai lung, pînă la Rigel de 100 de ori mai lung.

Putem privi şi altfel aceste distanţe. Gîndiţi-vă la viteza luminii şi la viteza de propagare a radiaţiilor electromagnetice (raxe X, unde radio şi aşa mai departe), viteză egală cu 299 792,5 km/sec. E o cifră importantă, întrucît cel mai rapid mod de comunicare se bazează pe utilizarea radiaţiilor electromagnetice. Nu cunoaştem nici un fel de alte semnale cu propagare mai rapidă.

Lumina are nevoie de 1,25 secunde pentru a parcurge distanţa de la Pămînt la Lună. Asta înseamnă că atunci cînd un pămîntean vorbeşte cu un astronaut aflat pe Lună, primul răspuns va sosi după cel puţin 2,5 secunde, chiar dacă astronautul începe să răspundă în clipa în care a terminat recepţia întrebării.

Dacă definim „secunda-lumină‘: drept distanţa pe care o poate parcurge lumina într-o secundă, atunci Luna se află la 1,25 secunde-lumină de Pămînt.

Lumina are nevoie de 10,93' ore pentru a străbate o distanţă egală cu diametrul orbitei lui Pluto. Dacă ne imaginăm cîte o aşezare spaţială la fiecare dintre capetele diametrului orbitei lui Pluto, orice tentativă de comunicaţie ar duce la o lungă aşteptare a răspunsului'; cei care au pus întrebarea nu pot primi răspunsul, *în nici un car,* în mai puţin de 21,86 ore.

În consecinţă putem afirma că diametrul sistemului solar vizibil este egal cu 10,93 orc-ltunină, de 10,93 ori distanţa pe care o poate parcurge lumina într-o oră.

Folosind acest sistem de referinţă, se poate spune că Alpha Centauri, cea mai apropiată stea, se află la 4,4 ani- lumină, adică la o distanţă de 4,4 ori mai mare decît cea pe care o poate parcurge lumina într-un an. Dacă un pămîntean ar trimite un mesaj în direcţia unei planete care se roteşte în jurul stelei Alpha Centauri şi dacă destinatarul ar răspunde chiar în clipa recepţionării mesajului, pămîntoanul nostru ar avea de aşteptat 8,8 ani pînă să primească răspuns.

Dacă vprbim despre alte stele, ştim că Sirius se găseşte la o distanţă de 8,63 ani-lumină, Procyon la 11,43 ani- lumină, Rigel (o stea relativ apropiată) la 540 de ani-lumină. Ar trebui să aşteptăm mai bine de 1000 de ani pentru a primi un răspuns de pe o planetă care se roteşte în jurul stelei Rigel.

în aparenţă, toate aceste cifre nu au nici o legătură cu zborurile interstelare. Dacă luminii îi trebuie 4.4 ani pentru a ajunge pînă la Alpha Centauri, nu ar trebui oare să accelerăm pînă la o viteză mai mare decît a luminii, să ne depăşim propriile semnale şi să ajungem la destinaţie cu mult înaintea luminii ?Din păcate, aşa cum a arătat în 1905 Albei't Einstein (1879—1955), autorul teoriei relativităţii (în acest caz ne referim la teoria relativităţii restrînse), nici un obiect material, adică un obiect care are masă, nu poate depăşi viteza luminii. Einstein a stabilit această limită din motive pur teoretice, enervînd şi atunci, ca şi azi, multă lume convinsă de justeţea absolută a „bunului simţ“ — şi lotuşi avem de-a face cu o afirmaţie perfect valabilă. Ca*- racterul de limită al vitezei luminii a fost verificat prin nenumărate experienţe şi observaţii; nu avem nici un motiv să-l punem la îndoială atunci cînd avem dc-a face cu materia şi cu Universul pe care le cunoaştem.

„Bunul simţ" dm cauza căruia acceptăm foarte greu aceasta limită nu face decît să confirme caracterul superficial al experienţei noastre cotidiene. Ştim că un obiect -,e poate deplasa clin ce în ce mai repede şi lot mai repede, eu condiţia să-i aplicăm un impuls suficient. A doua lege a mecanicii, formulată de Newton, spune clar acest lucru şi adaugă un detaliu : un impuls este întotdeauna proporţional cu viteza obţinută prin acţiunea sa, indiferent de viteza iniţială a obiectului. Aşadar, am putea face un obiect să atingă viteze din ce în ce mai maci cu condiţia să-i mai imprimăm cîte un impuls. în condiţii obişnuite, cele mai atente observaţii şi măsurători concordă cu această lege.

Asta se întîmplă însă numai fiindcă avem dc-a face cu obiecte a căror viteză reprezintă o fracţiune infimă din viteza luminii; în aceste condiţii legea a doua a lui Newton rezistă la orice măsurători, iar „bunul simţ" deţine supremaţia.

Dacă aplicăm unui obiect un impuls şi îl facem să atingă o anumită viteză, aplicarea unui al doilea impuls egal cu primul nu va duce la o creştere a vitezei *perfect egală* cu cea anterioară. O parte din forţa impulsului con- Iribuie, ce e drept, la mărirea vitezei, dar o parte contribuie la mărirea masei obiectului.

La viteze obişnuite, partea impulsului care contribuie la mărirea masei obiectului reprezintă doar o fracţiune infimă a forţei totale şi este practic imposibil de detectat. Odată cu creşterea vitezelor, o parte din ce în ce mai însemnată a forţei contribuie la mărirea masei -şi

o parte din ce în ce mai mică a forţei contribuie la mărirea vite- ei aşa cum ne asigură o formulă matematică elaborată
de Einstein. Cînd vitezele ajung suficient de mari, începem să observăm că cea mai mare parte a forţei contribuie ld mărirea masei, doar o fracţiune contribuind Ia mărirea vitezei ; e momentul în care observăm că nici legea a doua a lui Newton, nici „bunul simţ“ nu mai sînt valabilei Savanţii au început să aibă de-a face cu obiecte a căror mişcare este destul de rapidă pentru a pune în evi-i denţă micile imperfecţiuni ale legii a doua abia pe la începutul acestui secol. Obiectele rapide cu pricina erau particulele subatomice ; studiul detaliat al acestor minuscule obiecte a confirmat corectitudinea relaţia dintre forţă şi viteză cuprinsă în ecuaţiile lui Einstein.

Atunci când viteza unui obiect se apropie de vitez? luminii, din forţa aplicată asupra obiectului mai nimic nu contribuie la creşterea vitezei. Aproape toată forţa contribuie Ia-mărirea masei. Obiectul aflat în $_{v}$ mişcare devine mult mai masiv, dar cîştigă foarte puţin în viteză, în cele din urmă, chiar dacă aplicăm obiectului în mişcare 6 forţă infinită, nu vom reuşi decît să-l facem să aibă o masă infinită şi să atingă o viteză egală cu Viteza luminii.

Toate astea înseamnă că, presupunînd că am avea la îndemînă o forţă magică, care să ne permită să accelerăm pînă la această viteză maximă într-o clipă, tot am avea nevoie de 4,4 ani pentru a ajunge la Alpha Centauri. Dacă am putea apoi să frînăm într-o clipă la viteza 0 km/h, să facem un viraj de 180 de grade, să accelerăm din nou imediat pînă la viteza maximă, tot near trebui 8,8 ani pentru zborul dus-întors.

în realitate, accelerarea pînă la o viteza foarte mare ar trebui să dureze foarte multă vreme, nu de alta dar corpul omenesc nu rezistă decît la acceleraţii relativ modeste. Apoi ar fi nevoie de tot atîta vreme pentru a frîna în vedetea debarcării pe o planetă din sistemul Alpha Centauri.

Necesităţile de acceleraţie şi frînare lentă $r mai adăuga un an la durata totală a zborului spre o stea, chiar dacă *ax* fi să călătorim tot drumul cu viteza luminii. Să mai adăugăm un an pentru drumul înapoi şi încă un an petrecut pe planeta pe care o explorăm.

în acest fel, dacă apreciem durata zborului în raport cu acceleraţia, frînarea şi explorarea, timpul necesar

unui zbor dus-întors spre' o stea este egal cu durata totală a distanţei-lumină plus încă trei ani. O călătorie pînă la Alpha Centauri, explorarea sistemului ei planetar şi drumul înapoi ar dura 11,8 ani — şi aceasta, rni-aş permite să repet, pînă la Alpha Centauri, care este *cea mai apropiată stea.*

După cum vom vedea, durata foarte mare a acceleraţiei şi frînării, ca şi atingerea unei viteze atît de ridicate implică serioase dificultăţi, ceea ce ne face să credem că zborurile interstelare ar putea pune în încurcătură chiar şi cele mai avansate civilizaţii şi tehnologii.

Aşa cum mi-am permis să afirm într-un capitol anterior, acesta este motivul -Ogic pentru care Pămîntul nu a fost vizitat — imposibilitatea vreunei civilizaţii de a efectua cu succes zboruri interstelare. Poate că nici o civilizaţie extraterestră nu a reuşit vreodată să intre în contact direct, fizic, cu o altă civilizaţie, tocmai din cauza uriaşelor dificultăţi ridicate de zborul interstelar ; poate că toate civilizaţiile vor rămîne pentru totdeauna îngrădite, limitate la propriul lor sistem planetar'.

Şi poate că şi noi sîntem condamnaţi pe vecie lu exil în propriul nostru colţ de Univers.

Dincolo de viteza luminii

Să mi cedăm însă prea uşor. Poate că există vreo posibilitate de a învinge limita impusă de viteza luminii. Spuneam ceva mai devreme că nu există „nici un motiv rezonabil de a pune la îndoială exiştenţa limitei impuse de viteza luminii atunci cînd este vorbă despre materia ş*i Universul pe care le cunoaştem". Am putea oare bănui că există o materie pe care nu o cunoaştem sau aspecte ale Universului care ne sînt necunoscute ?

Limită vitezei luminii este valabilă pentru obiectele care — atunci cînd se află într-o" stare de repaus relativ în raport cu întreg Universul — posedă o masă. Printre aceste obiecte putem include toate particulele subatomice care ne compun şi pe noi, navele şi lumile noastre. Toate aceste particule sînt obligate să se deplaseze la viteze mai mici decît viteza luminii şi doar o forţă infinită le poale face să atingă viteza luminii. '

S-ar părea că această afirmaţie este atotcuprinzătoare, dar nu e aşa. Există obiecte care nu

au masă, sau nu ar avea masă dacă s-ar găsi într-o stare de repaus relativ în raport cu întreg Universul. Printre asemenea obiecte cu „masă de repaus zero“ se numără fotonii, unităţiie radiaţiei electromagnetice, gravitonii, care sînt, cel puţin teoretic, unităţile forţei gravitaţiei, şi, în cele din urmă, o serie de diferite particule elementare cunoscute sub numele de neutrino.

Toate particulele cu masă de repaus zero trebuie să se i deplaseze întotdeauna, în vid, cu o viteză identică cu * viteza luminii, nici mai mult, nici mai puţin. Vorbim'[1] despre „viteza luminii" tocmai fiindcă'lumina este compusă din fotoni care se deplasează cu această viteză.

Dacă particule elementare cu viteze de deplasare mai[1] mici, particule care au-masă, interacţionează într-un mod care duce la formarea unui foton, acesta atinge viteza luminii practic instantaneu, fără să existe un interval ele timp perceptibil în care fotonul să accelereze. Tot aşa, atunci cînd un foton este absorbit de o particulă cu masă, viteza sa dispare dintr-o dată, fără a putea fi perceput intervalul de timp în care s-a produs frânarea.

S-au făcut unele speculatii privind posibilitatea transformării tuturor particulelor cu masă ale unei nave cosmice, inclusiv cele care constituie echipajul şi pasagerii, în diverse tipuri de fotoni. Fără a mai avea nevoie de accelerare şi fără a mai consuma energia necesară acestei accelerări, fotonii s-ar deplasa cu viteza luminii. în mod normal, ei ar porni în toate direcţiile, dar ne putem ima- ■ gina transformarea în fotoni efectuată în condiţii care ar duce la o rază de lumină precum cea a laserului. Raza ar mişca toţi-fotonii în aceeaşi direcţie, de exemplu spre Alpha Centauri. Atunci cînd fotonii ar ajunge la Alpha Centauri toi ar fi transformaţi din nou îp particulele originare — proces care ar exclude frânarea şi cheltuiala de energie legată de aceasta,

S-ar părea că, folosind această metodă, orice navă cosmică pornită într-un zbor dus-întors spre o stea ar economisi anii pierduţi cu acceleraţia şi frânarea, fără a mai pomeni economiile uriaşe de energie.

Există şi dezavantaje. în primul rînd, s-ar călători cu cel mult viteza luminii. Economia de doi ani pare să fie semnificativă însă numai în cazul stelelor foarte apropiate. Rămînînd la cifra de un an pentru explorare, zborul dus-întors spre Alpha Centauri ar dura 9,4 ani în loc de 11,4 ani, economie substanţială; zborul dus-întors spre Rîgel ar dura 1 081 de ani în loc de 1 083, ceea ce nu e mare lucru[28].

Nu sînt deloc sigur că este posibil un asemenea divorţ între energia consumată şi viteza atinsă, deşi afectam o siguranţă foarte doctă. Ba mă tem că, dacă am reuşi să transformăm o cantitate de materie în fotoni, am consuma cel puţin tot atîta energie cîtă ne-ar trebui pentru a accelera cantitatea de materie pînă la o viteză apropiată de viteza luminii. Această afirmaţie este valabilă şi pentru reconvertirea luminii în materie, operaţiune în care am cheltui la fel de multă energie ca pentru frînarea materiei. în consecinţă, s-ar putea ca „propulsia fotonică“ să nu ne ajute să economisim nici prea mult timp, nici energie.

Să nu uităm că nu avem nici cea mal vagă idee despre posibilitatea transformării materiei în fotoni şT apoi din nou în materie într-un mod care să ne permită să reproducem chiar şi cele mai fine detalii ale materiei dc la care am pornit. (închipuiţi-vă că avem de reprodus un creier uman, în toată complexitatea sa, după ce a fost dizolvat în fotoni. Există oameni care consideră posibilă această operaţiune, fără a sugera însă vreo metodă practică de realizare.)

Transformările vor trebui efectuate cu un grad de sincronizare foarte ridicat, nu de alta, dar dacă o transformare are loc la o secundă diferenţă de o alta, fotonii se vor răspîndi pe distanţe de sute de mii de kilometri şi s-ar putea să nu mai avem nici o şansă de a reconstitui obiectele relativ mici de Ia care am pornit.

Cum am putea să facem ca fotonii, chiar produşi simultan, să se îndrepte în direcţia pe care o dorim, să nu se împrăştie în timpul călătoriei şi să se regrupeze în obiecte cu aceeaşi perfectă sincronizare ?

Fără îndoială că acum 200 de ani performanţele televiziunii moderne ar fi părut imposibile ; asta nu înseamnă că putem susţine, plecînd de la faptul că *unele* lucruri despre care se credea că sînt fantastice şi imposibile s-au dovedit totuşi posibile, că toate lucrurile

28 Ne putem face şi unele speranţe în legătură cu un asemenea zbor, dar despre asta vom vorbi ecva mai tîrziu.

care par fantastice şi imposibile se vor dovedi totuşi a fi posibile.

Ani încercat de-a lungul acestei cărţi să păstrez o atitudine cît mai conservatoare cu putinţă, să nu accept nici un fapt nedovedit, să cer măcar dovezi vagi şi aproximative. Nu există nici un motiv să credem că în momentul de faţă o propulsie fotonică este realizabilă practic şi, pînă la proba contrarie (ceea ce .s-ar putea întîmplă chiar mîine), trebhie. să spun că, deşi nu pot nega.posibilitatea realizării unei propulsii fotonice, îmi pot permite să consider nule şansele ei de a fi realizată.

Am putea oare evita dificultăţile transformării şi retransformării, problema orientării razei luminoase, încercând să menţinem particulele elementare în starea de particule, dar folosind, cine ştie ce metodă care să le desfiinţeze masa ? O navă cosmică la fel de lipsită de masă ca şi echipajul ei ar putea accelera instantaneu pînă la viteza-luminii, menţinînd apoi această viteză. Odată cu recăpătarea n'iasei, nava s-ar reîntoarce instantaneu la viteza iniţială. Ne-am afla astfel într-o situaţie mult mai comodă decît cea a transformării într-un fascicol de fotoni.

Din păcate, nu cunoaştem nici o metodă de eliminare a masei unei particule şi nu par să existe nici un fel de şanse de a descoperi vreodată o astfel de metodă. Şi chiar dacă am realiza vreodată o asemenea metodă, nu am putea depăşi nici atunci viteza luminii.

Toate ideile pe care .le-am expus pînă acum ne pot face, în cel mai bun caz, să atingem viteza luminii, dar nici Una nu ne ajută-să o depăşim.

Şi totuşi, în anul 1962, fizicienii O.M.P. Bilaniuk, V.K. Deshpande şi E.C.G. Sundershan au remarcat că ecuaţiile lui Einstein ar permite existenţa unor obiecte a căror masă poate fi exprimată printr-o cantitate numită de matematicieni cantitate „imaginară“.

■ Asemenea obiecte cu „masă imaginară" ar trebui să se deplaseze întotdeauna cu viteze mai mari decît viteza luminii, în cazul în care ecuaţiile lui Einstein îşi menţin valabilitatea. Din acest motiv, fizicianul american Gerald Feinberg (n. 1933) le-a numit *tachioni,* după un cuvînt din greaca veche care înseamnă repede.

Proprietăţile unui obiect cu masă imaginară ar trebui să fie cu totul diferite de cele ale unui obiect cu masă obişnuită. În primul rînd, tachionii cu mai multă energie vor fi mai *lenţi.* Dacă aplicăm unui tachion un impuls şi îi mărim astfel energia, el îşi va încetini deplasarea pînă cînd, la un impuls infinit de'mare, el atinge cea mai

scăzută viteză posibilă pentru el, viteza luminii, limită sub care nu poate coborî

Pe de altă parte, dacă facem tachionul să piardă energic, aplicînduri un impuls în direcţia opusă mişcării sale, sau dacă îl obligăm să treacă printr-un mediu -care îi opune rezistenţă, el se va deplasa din ce în ce mai rapid pînă cînd, ajuns la o energie egală cu zero, el se va deplasa cu o viteză infinită în raport cu restul Universului.

Nu ne mai rămîne decît să ne imaginăm o „propulsie tachionică“. Să presupunem că toate particulele subatomice din care este alcătuită nava (şi echipajul ei) sin! transformate în tacliionii corespunzători. Nava ar» decola imediat, fără să accelereze, cu o viteză de multe ori mai mare decît viteza luminii, şi ar ajunge într-o galaxie îndepărtată numai în cîteva zile ; în acel moment totul va fi re- convertit în particulele iniţiale şi, fără frînare. nava .şi echipajul ei se vor deplasa din nou cu viteze normale [1].

Iată în fine o metodă de depăşire a vitezei luminii 1 Numai că...

Nu ştim cu siguranţă că există tachioni. Ei nu violează logica ecuaţiilor lui Einstein, dar este acest lucru o dbvadă a existenţei lor ? Mai sînt pe lume şi alte lucruri în afară de ecuaţii care par să Te infirme existenţa, Unii oameni de ştiinţă susţin că tachionii, dacă există, ar reprezenta o contrazicere a principiului cauzalităţii (care ne spune că o cauză este întotdeauna anterioară în timp efectului), ceea ce ar fi o garanţie suficientă a imposibilităţii existenţei tachionilor. Ce-i drepţ, pînă acum nimeni nu a delectat vreun tachion, iar pînă la descoperirea lor e cam greu să le discutăm existenţa reală, nu de alta, dar nici un aspect al proprietăţilor lor nu pare să ne afecteze propriul Uni- [29] [30] vers, cbnvingîndu-ne astfel că ei există deşi nu am

29 Limita vitezei luminii este la fel de valabilă pentru tachioni ca şi pentru par.Usulele cu masă obişnuită (tai'tWoni), numai că pentru tachioni aC$3Stă Itjnită este cC'ă inferioară, şi nu cea superioară. Particulele ci) măsă de repăus zero (sau liuroai, după cuvîntul latin care înseamnă *liilhină)* Se deplasează cu o Viteza egală cu viteza luminii, exact la lirflita car® desparte Universul nostru de tar- dioni, de Universul ultrarapid al tachionilor, limită numită „zidul luxonic".

30 în povestirile ştiinţifico-fantastice este larg răspînditâ metoda de depăşire a barierei vitezei luminii care foloseşte cîte un aspect al Universului în care această barieră dispare. Aspectul a fost botezat fie hiperspaţlu, fie subspaţiu, dar,

reuşit încă să-i detectăm \

Şi dacă tachionii există, nu avem nici cea mai vagă idee în legătură cu transformarea particulelor obişnuite în tachioni, aşa cum nu deţinem nici secretul procesului invers. Toate dificultăţile propulsiei fotonice se vor înmulţi în cazul propulsiei tachionice, prin faptul că o eroare, de sincronizare a transformării va împrăştia totul pe distanţe nu de sute de mii de kilometri, ci de sute de mii de ani-lumină.

La uma urmei, chiar dacă ne-am descurca, am convingerea ţă nu am .putea acoperi nevoile de energie ; ar fi nevoie de cel puţin tot atîta energie pentru a deplasa materia dintr-un capăt în altul al Galaxiei prin propulsie tachionică cîtă ar fi necesară .pentru accelerare şi frînare. Ba s-ar putea ca propulsia tachionică să necesite mult mai multă energie, întrucît trebuie să învingem nu numai distanţele, ci şi timpul.

Poate că vom găsi o altă soluţie. Dacă nu reuşim cu „materia pe caic o cunoaştem", ce-ar fi să încercăm cu „Universul pe care îl cunoaştem" ? Cîtă weme acţionam în cadrul Universului pe cane îl cunoştea Newton — un Univers al mişcărilor lente şi al distanţelor mici — legile formulate de Newton păreau imposibil de încălcat.

indiferent de numele pe care îl poartă, proprietăţile sale imaginare sînt cele ale unui Univers tachionic.

[1] Fizicienii au acceptat timp de 25 de ani existenta particulei neutrino, deşi aceasta nu fusese detectată, fiindcă ea era necesară pentru explicarea fenomenelor observate. în momentul de fată, fizicienii acceptă existenţa unor particule numite quark, deşi nici acestea nu au fost detectate, tot fiindcă le sînt necesare pentru a explica fenomenele observate. Nu există nici un fenomen observat care să necesite existenta tachionilor ; menirea lor constă în sitn- viificarea unor ecuaţii matematice.

Cîtă vreme însă Universul cu care avem de -a face este Universul cunoscut de Einstein — un Univers cu densităţi mici şi interacţiuni gravitaţionale slabe ■— legile formulate de Einstein par imposibil de încălcat. Am putea totuşi depăşi Universul lui Einstein, aşa cum l-am depăşit pe cel al lui Newton. Gîndiţi-vă... Cînd o stea de mari dimensiuni explodează şi se prăbuşeşte în ea însăşi (suferă un colaps gravitaţional), forţa prăbuşirii şi restul de materie se pot uni pentru a aduce în contact direct particulele subato- mice, pe care le vor zdrobi, colapsul continuînd la nesfîrşit, tinzînd spre volum zero şi densitate infinită.Atracţia gravitaţională a unei astfel de stele în prăbuşire creşte pînă cînd orice poate pătrunde în direcţia stelei, dar nimic nu se mai poate îndepărta de ea, astfel îneît apare o nesfîrşită „gaură" în spaţiu. Nici măcar lumina nu se mai poate îndepărta, apare acea „gaură neagră" de care am pomenit.

Avem tendinţa să considerăm materia care cade într-o gaură neagră ca fiind supusă unei nesfîrşiie comprimări. Unele teorii afirmă însă că dacă găurile negre au o mişcare de rotaţie (şi se pare că toate găurile negre au o mişcare de rotaţie), materia care a căzut în interiorul găurii ar putea să iasă pe updeva, ca şi pasta de dinţi care ar ieşi printr-un orificiu din tub, atunci cînd acest tub este supus unei presiuni destul de,mari.

Transferul de materie ar putea fi efectuat, se pare, pe distanţe imense, poate milioane sau miliarde de anii lumină, într-o fracţiune de secundă. Un astfel de transfer de materie ar putea evita limita vitezei luminii, întrucât el ar folosi tuneluri sau poduri care nu au, la drept vorbind, aceleaşi caracteristici temporale cu Universul cunoscut. De multe ori zona de transfer este numită „pod Einstein-Rosen“, întrucît Albert Einstein împreună cu un colaborator numit Rosen au prevăzut teoretic asemenea structuri în 1930.

Ar putea oare găurile negre să ne ofere soluţii pentru zborurile interstelare sau chiar intergalactice ? Exploatînd găurile negre, asta în cazul în care numărul lor este destul de mare, am putea să intrăm într-o gaură neagră în punctul A, să ieşim în punctul B (undeva foarte departe) peste o clipă şi apoi să traversăm spaţiul obişnuit pînă în punctul C, unde intrăm în altă gaură neagră şi ieşim imediat în punctul D şi aşa mai departe. în acest mod am putea ajunge în orice punct al Universului într-un timp relativ scurt.

Ar fi însă neapărat nevoie de o hartă extrem de detaliată a Universului, hartă pe care intrările, şi ieşirile găurilor negre să fie marcate cu mare precizie.

Ne putem permite să ne imaginăm că, odată cu lansarea acestui mod de călătorie interstelară, lumile situate în apropierea intrării unei găuri negre vor prospera, în timp ce în imediată apropiere 'a intrării în gaura neagră vor apare şi se vor înmulţi aşezările spaţiale.

Aceste aşezări spaţiale ar putea juca şi rolul de centrale energetice, întrucît energia radiată de materia care cade '241în gaura neagră ar Itrebui să fie imensă. Ne putem imagina proiecte îndrăzneţe de alimentare cu materiale inutile a» unei .-găuri negre (ca şi cum am băga lemne într-o sobă) pentru .a-i mări randamentul energetic.

lată şi o nouă-explicaţie pentru existenţa unui Univers plin de civilizaţii extraterestre care nu vizitează Pămîn- tul. S-ar putea întîmpla.ca Pămîntul să .se găsească în cine ştie ce periferie izolată a reţelei universale de găuri negre. Poate că civilizaţiile extraterestre ne'cunosc foarte bine, dar nu cred că meritäm deranjul, cheltuiala de timp şi de energie legate de o vizită.

Numai că şi această imagine tulburătoare a unui Univers ciuruit de găuri negre şi transformat într-un fantastic sistem de tranzit rapid destinat călăi oriilor'interstelare nu ne poate satisface pe deplin.

Nu ştim exact cîte găuri negre exista în Univers. Cu excepţia centrelor galactice şi a îngrămădirilor globulare s-ar -puica să nu existe decît 5—6 găuri negre într-c galaxie, ele fiind accesibile doar sistemelor planetare din imediata apropiere a intrării, sisteme planetare îh care s-ar putea să nu existe nici o planetă locuibilă.

Nici măcar ideea referitoare la ieşirea materiei dintr-o gaură neagră nu pare să reprezinte o certitudine. Mulţi astronomi o consideră total lipsită de temei.

-În fine, chiar dacă materia care intră într-o gaură neagră reuşeşte să iasă prin altă parte, -ea are toate şansele să fie zdrobită, ,să ajungă un soi de pulbere de particule subatomiee şi ele, poate, la rînchd lor, dezintegrate de efectele maretee incredibile ale cîmpului gravitaţional de o intensitate de neimaginat, care acţionează în gaura neagră. Poate că ♦ civilizaţie care deţine o tehnologie suficient -de avansată va reuşi să găsească metoda de a evita -efectele gravitaţionale, de a salva nava spaţială de posibilitatea de a ajunge combustibil în cuptorul găurii negre, de riscurile distrugerii în fluxurile şi refluxurile gravitaţionale, dar deocamdată toate acestea par imposibile, chiar şi în teorie.

tn lumina cunoştinţelor noastre actuale privind Universul, nu pare să existe nici o speranţă de depăşire a limitei impuse de viteza luminii, nici un mod practic şi rezonabil de a depăşi această limită.

Să vedem însă ce se poate face la viteze mai mici decît viteza lumi»ii.

Dilatarea timpului

Ecuaţiile lui Einstein au dus la prevederea unui fenomen neobişnuit (verificat în decursul studierii particulelor subatomice rapide), şi anume încetinirea scurgerii timpului odată cu creşterea vitezei. Fenomenul a căpătat numele de dilatare a timpului.

Pe o navă spaţială care se deplasează foarte rapid, totul ar fi mai lent, ar merge mai încet : mişcările din atomi, ceasurile, metabolismul ţesuturilor umane. Oamenii aflaţi la bordul unei asemenea nave nu ar - percepe subiectiv încetinirea ritmului, fiindcă aceasta s-ar produce perfect sincron pentru toate fenomenele. Pentru ei, lumea exterioară ar părea acceleratăr (La fel se întîmplă într-un tren care se mişcă lent şi uniform într-o gară, nu observăm mişcarea trenului,, ci ni se pare că gara şi peisajul se deplasează.)

încetinirea timpului devine din ce în ce mai evidentă odată cu creşterea vitezei relative în raport cu restul Universului, pînă cînd, la viteza de 293 800 kilometri/ secundă, ritmul scurgerii timpului este de 5 ori mai lent decît dacă nava s-ar afla în repaus. (293 800 km/sec. reprezintă 98% din viteza luminii.) Atunci, cînd ne apropiem şi mai mult de viteza luminii, scurgerea timpului se încetineşte şi mai mult ; iar atunci cînd viteză navei este doar cu 1 km/sec. mai mică decît viteza luminii, ritmul scurgerii timpului se apropie de zero. /

Să ne imaginăm că ne aflăm într-o navă cosmică, cu o acceleraţie constantă de l-g. (Asta înseamnă că ne-am simţi împinşi spre partea din spate a navei cu aceeaşi forţă cu care ne lipeşte Pămîntul de suprafaţa sa. La această acceleraţie ne-am simţi perfect ’ normali. Partea din spate a navei ar părea „jos"; partea din faţă ar părea „sus".)

După un an, nava noastră s-ar apropia de viteza luminii şi, deşi totul pe bord ni s-ar părea normal, lumea înconjurătoare ar începe să arate ciudat. Unele stele,

multe chiar, nu. ar mai putea fi observate fiindcă lumina lor s-ar deplasa spre zona razelor X, ceea ce le-ar face invizibile. (Să nu uităm că nava va trebui să fie apărată de radiaţia lor.) Lumina stelelor aflate în faţa navei se va transforma în raze X în timp ce stelele rămase în urma navei vor deveni şi ele invizibile fiindcă lumina lor se va deplasa spre zona undelor radio.

Dacă navigatorii şi-ar măsura viteza în raport cu distanţele pe care le parcurg, ei ar ajunge la concluzia că au depăşit de multe ori viteza luminii, nu de alta, dar din punctul lor de vedere timpul necesar parcurgerii distanţei dintre două stele despre care se ştie că se găsesc la 10 ani-lumină depărtare nu ar depăşi o săptă-raînă. Dacă i-am putea urmări de pe Pămînt, am vedea că navei i-ar trebui peste 10 ani pentru a parcurge distanţa ; pentru navigatori însă, care percep timpul mult încetinit, acei 10 ani ar fi părut doar o săptămînă.

Folosind dilatarea timpului, nava noastră spaţială ar putea parcurge distanţe enorme într-un timp relativ scurt pentru cei aflaţi la bordul ei. Ei ar ajunge la Galaxia din Andromeda în 60 de ani, după părerea lor, Galaxie aflată la 2 300 000 de ani-lumină depărtare de noi.[31]

Să fie oare dilatarea timpului o soluţie ?

Probabil că nu, fiindcă şi în acest caz întîlnini dificultăţi. în primul rînd, menţinerea unei acceleraţii de l-g pe perioade lungi (ca şî menţinerea unei frînări de l-g, de altfel) presupune un consum imens de energie, aşa cum am mai arătat.

Să presupunem că vom folosi cel mai eficient mod de producere a energiei, interacţiunea dintre materie şi anti- materie. Un astfel de amestec suferă o anihilare reciprocă şi totală şi duce la transformarea întregii cantităţi de materie în energie. O madă de combustibil supusă unei astfel de reacţii ar produce de 35 de ori mai multă energie decît fuziunea hidrogenului ; nu cunoaştem nici o altă metodă mai eficientă de

31 Dacă ar fi posibilă propulsia fotonică, oamenii care ar naviga cu ajutorul ei ar percepe un ritm-zero al scurgerii timpului. Orice călătorie, chiar pînă la marginea Universului, ar dura pentru ei doar o clipă. De aceea, oricît dc repede ar crede astronauţii că se deplasează datorita efectului de dilatare a timpului, ei nu pot depăşi o rază de lumină. Chiar dacă ar ajunge după 60 de ani în Galaxia din Andromeda, la destinaţie ei ar observa că o rază de hnr.ină a ajuns înaintea lor.

producere a energiei.

Numai că pentru a accelera o tonă de materie pînă la 98% din Viteza luminii avem nevoie de 25 de tone de amestec materie-antimaterie pe care să le transformăm în energie, de 100 de tone pentru zborul dus-întors, ţinînd seama de cele două accelerări şi de cele două frînări. Dacă am folosi pentru propulsie fuziunea hidrogenului, am avea nevoie dc 3 500 de tone de hidrogen. Cu alte cuvinte, pentru Q transporta o tonă de materie pînă la Alpha Centauri şi înapoi — doar o tonă ■— am folosi de zece ori mai multă energie, decît consumă toţi locuitorii Pămîntului timp de un an.

Mai există o posibilitate, eliminarea nevoilor de combustibil necesar producerii energiei. Fizicianul Freeman John Dyson (n. 1923) susţine că o navă spaţială care trece pe lîngă o planetă ca Jupiter poate suferi o acceleraţie extrem de intensă care însă nu ar afecta astronauţii, întrucît toţi atomii navei şi ai echipajului său ar suporta exact, aceeaşi acceleraţie (cu excepţia unor efecte mareice nesemnificative). Perfect adevărat, sondele automate trimise spre Jupiter *Pioneer 10* şi *Pioneer* 11 au fost accelerate în acest mod, cîştigînd energie din imensul rezervor gravitaţional al planetei Jupiter şi atingînd astfel o viteză care să le permită să părăsească pentru totdeauna sistemul solar.

Ne putem imagina navele spaţiale ale viitorului în drum spre stele îndepărtate trecînd din cînd în cînd pe lîngă cîte o planetă uriaşă şi cîştigînd astfel viteză — *dacă* asemenea planete uriaşe s-ar nimeri în drumul navei exact acolo unde e nevoie ele ele, ceea cc pare destul de puţin probabil.

Ne mai putem imagina şi un alt mod de acceleraţie fără folosirea combustibilului — un fascicol laser care loveşte o uriaşă ,,pînză“ întinsă de jur-împrejurul navei. Laserul, situat pe un corp din sistemul solar, va ţinti în permanenţă „pînza“ şi va juca rolul unui impuls continuu care va accelera nava, E bine de ştiut că laserul, pentru a funcţiona continuu, va consuma imensele cantităţi de energie pe care nu le mai consumă nava. (Cînd e vorba de energie, nu putem face mare lucru.) Pe lîngă aceasta, cu cît nava se îndepărtează de bază cu atît va fi mai dificilă menţinerea în poziţie a laserului. Mai mult, laserul nu va putea fi folosit pentru frînare decît dacă ne aşteaptă cineva la destinaţie cu un laser orientat cu multă amabilitate în direcţia opusă.

Totuşi, chiar dacă toate metodele noastre fără combustibil au eşuat şi nava spaţială trebuie să folosească combustibil, nu e neapărat nevoie să-l şi transporte. L-ar putea culege din drum. Spaţiul interstelar' nu este chiar pustiu, nu e un vid adevărat. Se mai găsesc atomi de materie, mai ales de hidrogen.Fizician®! american Rohert W. Bussand a lansat în 1960 ideea? recoltării hidrogenului din spaţiu chiar în timpul călătoriei. Nava spaţialg» ar deveni un fel de ... stator eaetor interstelar", însă fiindcă spaţiul conţine mult ftiai puţină materie decît atmosfera terestră, nava ar trebui să recolteze materie- dintr-un volum mult mai vast de spaţiu cosmic, să o comprime, şi să extragă energia prin fuziunea hidrogenului.

„Lingura" cu care nava ar recolta hidrogenul ar trebui să aibă un diametru de nu mai puţin de 125 de kilometri, pentru un minimum de eficienţă, chiar în acele zone ale spaţiului în care există nori dte gasse şi praf, ztwie cu o densitate maximă a materiei. îh adevăratul" spaţiu interstelar. în aşa-zisul vid', „lingwra" *ax* trebui să aibă un diametru dfe cel puţin 1 40® de kilometri, iar în spaţiul inter- galaetic diametrul ei ar ajunge la cifra de 14® (W0 **de** kilometri.

Asemenea linguri, chiar dacă le construim din cele mai delicate materiale, ar avea dimensiuni şi'mase prohibitive. Cum ăm transporta oare materialul de construcţie al lingurilor în spaţiul cosmic, cită vreme şi cîte. eforturi- ar cere construcţia Iov ?

■ Admiţînd că, în cele din urmă, problema energiei va fi rezolvată într-un mod deocamdată imprevizibil, nu trebuie să uităm că o navă imensă care se deplasează cu o viteză apropiată de viteza luminii este extrem de vulnerabilă. Pericolul ciocnirii castelele poate fi eliminat din discuţie, dar spaţiul e plin de corpuri cereşti relativ mici, de la planete pînă la bolovani.

Din sunetul de vedere al navei, orice obiect din Univers de eang. ea se aprqipie pare să sa îndrepte spre navă cu viteza luminii. Asemenea obiecte sint imposibil de ocolii, deoarece oi'ite mesaj care le-ar anunţa, apropierea (raze X sau orice altceva) s-ar deplasa cu viteza luminii, astfel că obiectul ar apărea imediat după recepţionarea mesajului. Abia ar apuca să răsune semnalul „pericpl de ciocnire" că ciocnirea s-ar şi produce.

Orice obiect masiv care se ciocneşte eu nava, cu o viteză relativă faţă de navă egală cu viteza- luminii, va

găuri nava la intrare, la ieşire şi prin, interior. Peste puţină vreme, nava ar, arăta ca un şvaiţer.

Chiar dacă uităm de particulele cu dimensiuni relativ mari şi presupunem că în volumul de gaz recoltat nu avem de-a face decît cu substanţe foarte rarefiate, avem toate şansele să apară o serie de neplăceri.

Cu cît nava accelerează, cu cît viteza ci creşte, atomii din spaţiul interstelar o lovesc din ce în ce mai tare şi din ee în ce mai frecvent.

Din punctul de vedere al navei, particulele pe care le întâlneşte se apropie cu o viteză aproximativ egală cu viteza luminii, ceea ce le face să .devină echivalente cu radiaţia cosmică.

În mod normal, intensitatea radiaţiei cosmice nu pune în pericol viaţa piloţilor spaţiali. Astronauţii au rămas în spaţiu pentru perioade de cîteva luni şi au 'supravieţuit fără probleipe acestei situaţii, în timpul unui zbor interstelar, la viteze apropiate de viteza luminii, atunci cînd fiecare particulă întâlnită se ciocneşte de navă cu o viteză egală cu cea a radiaţiei cosmice, nava noastră spaţială va suferi o iradiere de sute de ori mai intensă decît cea produsă de.un reactor nuclear modern.

Unii oameni de ştiinţă afirmă că aceste -contacte cu materia interstelară vor fi suficiente pentru a împiedica navele spaţiale să atingă viteze mai mari de 1/10 din viteza luminii, iar la această viteză efectul de dilatare a timpului este neînsemnat.

Chiar dacă vom reuşi să depăşim toate dificultăţile, mai rămîne de rezolvat o problemă aflată chiar în miezul teoriei relativităţii. Percepţia unui timp încetinit se referă doar la astronauţi, *nu* şi la cei rămaşi pe planeta-mamă.

Folosind acceleraţii şi frînări de l-g, prectftn şi efectul de dilatare a timpului, un zbor dus-întors pînă în sistemul Deneb va dura 20 de ani pentru astronauţi (chiar dacă ei vor explora sistemul timp de un an). La întoarcere însă, ei vor afla că pe Pămlînt au trecut 200 de ani. Cu cît vor călători mai multă vreme la această acceleraţie, cu **atât** se vor apropia mai mult de limita vitezei luminii **şi cu** atît mai lentă va fi pentru ei scurgerea timpului. **Astfel,** discrepanţa dintre trecerea-timpului-pe-navă şi trecerea- timpului-pe-Pămînt va creşte rapid odată cu distanţa parcursă. Un zbor dus-întors pînă la celălalt capăt al Galaxiei ar dura'50 de ani pentru astronauţii care ar constata cu surprindere, la întoarcerea pe Pămîpt, că au trecut nu mai puţin de 400 000 de ani. (Lucrurile s-ar petrece chiar la scară mai.

mare în cazul utilizării propulsiei fo- tonice.)

Ar fi de ajuns pentru a micşora popularitatea exploră- i-ii interstelare prin folosirea dilatării timpului, atît pe Pămînt cît şi pe orice altă planetă. Oamenii renunţă cu greu la binefacerile prezentului pentru a obţine ceva agreabil sau chiar esenţial după 30 de ani 'de aşteptare. Nu cred eă putem conta pe entuziasmul general în cazul unei enorme investiţii de efoit ale cărei rezultate vor putea fi văzute, în cel mai bun caz, după cîteva secole saii după cîteva sute de mii de ani.

Luînd în considerare dificultăţile legate de consumul de energie, de pericolul iradierilor şi de diferenţele de timp, bizuindu-ne pc opiniile noastre conservatoare, putem afirma că, pentru a ajunge la stole, dilatarea timpului nu reprezintă o metodă practică, nici din punct de vedere fizic, nici din punct de vedere psihologic.

Zbor fără motor

Toate metodele propuse pentru a călători cu viteze apropiate de viteza luminii, sau chiar cu viteze mai mari, par a fi total nepractice ; nu ne rămîne decît să vedem ce se poate face la viteze ceva mai modeste.

Un prim avantaj ai- fi reprezentat de scăderea consumului de energie, care nu ar mai fi exorbitant, la fel cum mediul interstelar nu ar mai fi chiar atît de periculos. Dezavantajul ar consta în durata zborului.

Să presupunem că o navă spaţială accelerează pînă la viteza de 3’000 de kilometri/secundă. Aceasta ar fi o viteză foarte mare, după criteriile obişnuite, întrucît ar scurta la doar două minute durata unui zbor de la Pămînt la Lună. Totuşi, e vorba de o viteză care nu reprezintă decît 1/100 din viteza luminii, astfel că dilatarea timpului este neglijabilă, iar un zbor dus-întors pînă la Alpha Centauri ar dura 900 de ani. (Nu uitaţi, Alpha Centauri este cea mai apropiată stea !)

în ce condiţii ar putea fi suportată o călătorie care durează 900 de ani ? Să presupunem că astronauţii ar fi nemuritori. în acest caz, zborul fără motor dus şi întors (perioadele de accelerare şi frînare ar fi neînsemnate) care ar dura 900 de ani nu ar reprezenta decît o parte infimă a unei vieţi infinit de lungi şi nu ar constitui o problemă.

Chiar dacă ar fi nemuritori, astronauţii ar trebui totuşi să mănînce, să bea, să respire şi să elimine reziduuri fiziologice. Ar fi deci nevoie de sisteme foarte complicate care să asigure supravieţuirea echipajului, sisteme care să funcţioneze perfect timp de aproape 1 000 de ani. -E posibil, dar ar fi extrem de costisitor.

Astronauţilor ar trebui să li se asigure şi uncie distracţii. Să suporţi aceiaşi oameni, să stai înghesuit. împreună cu ei timp de 1 000 de ani, ar fi imposibil de conceput. Nu cred că aş putea fi acuzat de cinism dacă aş afirma că echipajul ar fi decimat de sinucideri şi asasinate ; chiar mpartea poate fi mai uşor învinsă decît plictiseala.

Numai că nu avem, pe moment, nici un motiv să credem că vom ajunge vreodată la nemurire.

Poate însă că vom putea scurt-circuita problemele ridicate de nemurire transformînd-o într-o moarte provizorie, urmata de o reînviere. Cu alte cuvinte, să presupunem că i-am congela pe astronauţi şi i-am menţine într-o stare de animaţie suspendată, pentru a-i readuce la viaţa doar în apropierea destinaţiei.

în asemenea condiţii, nava poate zbura fără motor cu o viteză modestă, eliminînd astfel dezavantajele legate de zborul la viteza luminii, în timp ce astronauţii nu simt trecerea timpului, exact ca atunci cînd profită de dilatarea timpului. Pentru ei o călătorie de mii de ani ar trece într-o clipă, iar în momentul reîntoarcerii la viaţă ei ar fi (să sperăm) la fel de tineri ca la început. Nu ar mai fi nevoie de sisteme complicate şi fiabile pentru supravieţuire, cel puţin în sensul obişnuit, nu ar mai exista nici problema ocupaţiilor şi amuzamentelor care să prevină plictiseala unui zbor de lungă durată.

Totuşi, nu e chiar aşa de simplu. încă nu a fost rezolvată problema îngheţării unui om în aşa fel îneît omul să şi supravieţuiască, iar şansele noastre de a reanima cu succes o persoană odată îngheţată sînt aproape nule.

Chiar dacă am rezolva aceste probleme, am putea descoperi că există limite ale duratei de congelare dincolo de care seînteia vieţii se stinge pentru totdeauna. Poate că durata unei călătorii interstelare ar depăşi aceste limite. Dacă totul merge bine şi rezolvăm toate problemele biologiei congelării şi dezgheţării, va trebui să instalăm în navă un sistem complicat şi cu o mare siguranţă de funcţionare, care să menţină

congelarea (un nou tip de sistem complex de supravieţuire) şi să-i dezgheţe automat pe astronauţi la momentul potrivit. Un aparat care reuşeşte să pornească singur după o pauză de cîteva sute de ai este destul de greu de imaginat.

Dificultăţile sînt enorme şi, cu toate că nu putei afirma că ele nu vor fi rezolvate niciodată, nu putem ni(să spunem că rezolvarea lor este inevitabilă.

Astronauţii congelaţi se află într-o stare de animaţi suspendată şi nu îmbătrînesc, nici măcar nu simt trecere timpului, spre deosebire de cei de acasă, cei care i-a trimis la drum (cu «excepţia situaţiei în care întreag populaţie a unei planete s-ar congela voluntar, ceea ce est ridicol). Exact ca în cazul efectului de dilatare a timpului astronauţii se vor întoarce după trecerea multor generaţi si vor resimţi un intens „şoc al viitorului'[1].

Ar exista dificultăţi chiar dacă ar exista nemurirei Dacă presupunem că astronauţii sînt nemuritori, asta în seamnă că întreaga populaţie a planetei lor se bucură şi e de nemurire, iar după lungul lor zbor navigatorii în spaţă se vor întoarce şi îşi vor împărtăşi experienţa tot celqi care i-au trimis în spaţiu cu multă vreme în urmă. Cu si guranţă însă că viaţa s-a îndreptat în direcţii cu totul deferite pe navă şi pe planetă — cele două grupuri de osj meni sînt acum nişte străini. . 3

Am putea deduce din toate acestea că întoarcere^ ae:uă a aslronaiiţilor n-ar avea nici un sens. Explorareă stelelor s-ar desfăşura conform unei înţelegeri care prevede rămînerea astronauţilor în spaţiu pentru totdeauna) Ei pot emite şi recepţiona mesaje, de-a lungul secolelor şi mileniilor, şi cu asta basta. 1

Se naşte întrebarea dacă oarrfenii ar fi dispuşi, îij aceste condiţii, să opteze pentru un veşnic exil. Ne-airf mai putea'întreba ce planetă ar fi dispusă să risipească în spaţiul cosmic inteligenţa locuitorilor ei dacă singurul rezultat la care se poate aştepta constă în mesajele primite într-un viitor îndepărtat. 1

Nu ar fi oare mai economic, mai uşor şi chiar mai efii cient să folosim nu nave pilotate, ci sonde automate pen-j tru explorarea spaţiului interstelar ? Astronomul Ronalcj N. Bracewell (n. 1921) susţine încă din 1960 că alte civilizaţii ar fi putut adopta foarte bine această strategie. . J

Şi noi am făcut asta în domeniul planetelor. Astronauţii

au reuşit să ajungă doar pe Lună, dar sondele

automate ad debarcat pe Venus şi pe Marte şi au .ajuns

dincolo de

etaar.şi de Jupiter. Ele ne-au aikw •xenumăratfe' izxforaţai şi, chiar dacă* âm crede că» explorarea făcută, de mie»i este preferabilă, va trebui, să recunoaştem, că acolo ide oamenii nu pot încă ajunge, sondele automate re- •eztnrtă un înlocuitor excelent Pînă. acum rezultatele ţinute cu ajutorul, tor sînt remarcabile.

Să lansăm deci sande interstelare. Costul va fi mare, ir w atît de mare- ca acela, al navelor cu echipaj osnaa. e putem permite acceleraţii mai intense, putem renunţa sistemele de supravieţuire destinate astamauţilor vii u congelaţi, nu ne mai facem griji în legătură cu sănă- (ea mintală a astronauţilor. Nu ne mai temem de şocul itorului, fiindcă o sondă automată nu are nici un tel de cuotive să revină de unde a plecat — şi chiar dacă revine, *i'ii* nu va impresiona generaţiile viitoare,

 Ne putem imagina civilizaţii avansate care Lansează nonde interstelare foarte avansate, numai că există, şi în ucesţ domeniu, limite ale eficienţei. Cu cît e' mai complicii tă o sondă automată cu atît va fi mai dificilă şi mai ne- «igură întreţinerea ei. După mii sau milioane de ani e greu de crezut că o aparatură complicat*, va continua să fi incţianeze impecabil. (Niici măcar cele mai, avansate civilizaţii nu pot modifica legea a doua a termodinamicii şi nici principiul nedeterminării.) -

Am putea, ajungînd la limita imaginaţiei, să ne închipuim un echipaj compus din roboţi foarte avansaţi, la fel dc. inteligenţi ca oamenii, explorînd Universul într-un mod inaccesibil fiinţelor umane. Şi- totuşi, dacă roboţii ar fi *chiar* atît de inteligenţi, ar fi şi ei predispuşi să contracteze maladiile inteligenţei — plictiseala, depresiunea, furia, crima şi sinuciderea ? —

Ar fi cazul să găsim o cale de mijloc, să lansăm sonde iiutomate cu o aparatură suficient de complicată, capabile să ne trimită informaţii utile şi interesante, destul de aimple însă pentru a rezista la proba timpului. Bare evident că această cale de mijloc va duce la nave ai căror piloţi vor fi nişte- automate mult mai puţin inteligente decît oamenii.

Şi acesta ar putea fi» un nou răspuns la întrebarea care ne frămîntă : de ce nu ne vizitează reprezentanţii altor civilizaţii ? Poate că am fost vizitaţi, da® musafirii noştri fiu erau fiinţe vii. Poate că prin sistemul' nostru solar au Irecut sonde care au trimis informaţii- privind natura şi proprietăţile Soarelui .şi planetelor, şi în mod special iii formaţii privind existenţa unei planete locuibile. Dac vreo sondă a trecut de curînd pe aici, ea a

transmis poaţ informaţii legate de o civilizaţie în plină dezvoltare.

Nu ştim cîte sonde automate au trecut pe aici, nu ştiu cînd a trecut ultima sondă, nu ştim dacă toate sondele a aparţinut unei singure civilizaţii.[1] Poate că sondele apar ţin unei civilizaţii de mult dispărute, poate că ele continui să emită mesaje pe care nimeni nu le mai recepţionează mesaje inutile.

Lumi în derivă

Analiza efectuată în modul cel mai conservator ne face să tragem concluzia că în domeniul zborurilor interstelare folosirea echipajelor umane, sau măcar a echipajelor compuse din fiinţe inteligente, pare lipsită de perspec tive practice ; ar fi mai bine să trimitem sonde automata care să exploreze stelele.

Pînă acum ne-am menţinut în cadrul presupunerii că un echipaj de astronauţi trebuie să efectueze un zbor dus- întors pînă la o stea în timpul unei vieţi omeneşti — fie zbuiând cu viteze mai mari decît viteza luminii, fie ex- ploatînd dilatarea timpului, folosindu-şi nemurirea sau congelîndu-se. Nici una dintre metode nu pare prea inspirată.

Ce-ar fi însă să renunţăm la această presupunere şi să acceptăm durate de zbor care depăşesc durata unei vieţi omeneşti ?

Să ne închipuim proiectul unei nave care va zbura spre Alpha tentauri avînd nevoie de cîteva secole pentru a ajunge la destinaţie. Nu avem de-a face cu astronauţi nemuritori sau congelaţi, ci cu oameni normali cu o durată de viaţă normală.

Toţi vor muri cu mult înainte de a se termina călă- toria. Numai că pe bord se vor afla astronauţi de ambele sexe, ai căror copii vor continua zborul, ca şi copiii copiilor

. [1] Ne-ar veni uşor să credem că acele O.Z.N.-uri care nu sînt nici păcăleli, nici erori (presupunînd că există şi O.Z.N.-uri care nu pot fi încadrate în aceste două categorii), ar fi sonde automate, şi ntj nave spaţiale extraterestre pilotate de fiinţe vii. Nu e de neconceput, dar nu avem nici o dovadă în această privinţă. Nu avem încă nici o dovadă-

lor, şi tot aşa timp de multe generaţii pînă cînd işi vor atinge ţinta.[1]

Va fi nevoie, în orice caz, de un sistem complex de

aparate care să asigure supravieţuirea echipajului, dar problema evitării plictiselii va fi rezolvată. Copiii te ajută să nu observi trecerea timpului. Morţile şi naşterile vor contribui **la** o continuă împrospătare a echipajului, eliminînd plictiseala contactului prelungit cu aceleaşi persoane. Copiii născuţi pe navă nu vor cunoaşte un alt mod de existenţă (decît indirect) şi probabil că nu se vor plictisi.

Merită oare o călătorie acest sacrificiu ? Se vor găsi oare voluntari dispuşi nu numai să-şi» petreacă tot restul vieţii la bordul unei nave cosmice, ci şi să-şi condamne copiii şi copiii copiilor lor la o viaţă petrecută în întregime, de la naştere pînă la moarte, la bordul navei ? Vor fi oare pămîntenii dispuşi să investească averi într-un proiect incredibil de costisitor, cu speranţa unor profituri de care să beneficieze dcscendenţii lor peste mai bine de un mileniu ?

Răspunsul lă aceste întrebări va fi, fără îndoială : ..Nu !‘‘ Omul de rînd s-ar putea întreba, îngrozit de această idee, dacă are de-a face sau nu cu o nebunie.

Poate însă că această reacţie ar fi declanşată de presupunerea (incomplet formulată) că navele spaţiale care vor zbura spre stele vor fi ceea ce înţelegem în mod obişnuit prin cuvîntul „nave" — ceva ca un transatlantic sau ca nava spaţială *Enterprise* din serialul TV „Star Trck".

Cîlă vreme avem de-a face cu astfel de nave e foarte greu, imposibil poate, să nu aqceptăm obiecţiile legate de un zbor care să dureze cîteva generaţii — întrebarea este : trebuie să avem de-a face cu astfel de nave ?

Am descris la sfîrşitul capitolului precedent un sistem solar plin cu aşezări spaţiale — aşezări destul de mari pentru a constitui lumi independente.

Astfel de aşezări spaţiale nu vor fi pur şi simplu aprovizionate cu hrană şi oxigen. Existenţa lor va fi asigurată de un echilibru ecologic care poate fi menţinut la ne- sftrşit, cu condiţia să existe o sursă sigură de energie şi posibilitatea unor minime întreţineri ale aparaturii. Ele nu vor avea un echipaj în sensul strict al cuvîntului. Aşe-

[1] Lymaii Spitze.r a sugerat în 1951 ideea unor călătorii care să • ureze'cîteva generaţii, iar scriitorul Robert A. Hcinlein a pu- l Ueat încă în 1941 nuvela „Univers[1]- în care este descrisă o astfel de

lene.

zările vor fi populate de zeci de mii, poate chiar de zeci de milioane de oameni, pentru care aşezarea spaţială va fi propria lor planetă.

Vechile legături afective, care îi fixau pe coloniştii spaţiului de Pămîntul strămoşilor lor şi chiar de Soare, vor slăbi în timpul explorării treptate a sistemului solar şi odată cu extinderea aşezărilor pînă la centura de asteroizi şi dincolo de ea.

Chiar faptul că Soarele le va apare mult mai mic coloniştilor aflaţi în zona centurii de asteroizi, mult mai palid, nu va reprezenta mare lucru. Chiar dacă. Soarele va reprezenta o sursă da energie mai greu de exploatat, ei vor trece la fuziunea hidrogenului, trecere uşurată de prezenţa unor mari cantităţi de hidrogen în zona de dincolo de Marte a sistemului solar. Toate acestea vor face ca aşe-, zările să depindă din ce în ce mai puţin de Soare.

Să nu uităm că îndepărtarea faţă de Soare a unei aşezări îi permite să atingă cu uşurinţă viteze care să o poată face să părăsească sistemul solar.

în cele din urmă, o colonie spaţială vă considera lipsită dc ’ sens rămînerea în sistemul solar, va face apel la o formă avansată de propulsie bazată pe fuziunea hidrogenului, îşi va părăsi orbita din jurul Soarelui şi îşi va transporta încărcătura de sol, apă, aer, plante, animale şi oameni, departe, în necunoscut.

De ce ?

De ce nu ?

Din curiozitate, poate. Din dorinţa de a afla ce e dincolo de orizont. Din s curiozitatea şi avîntul care au mărit încă din momentul apariţiei lor raza de acţiune a oamenilor, care au făcut oamenii primitivi să cutreiere continentele încă înainte de începuturile civilizaţiei, care acum ne-au împins spre Lună şi dincolo de ea.

Poate că şi creşterea clemografică va contribui la astfel de explorări. Mărirea numărului de aşezări spaţiale în construcţie va afecta rezervele de hidrogen, va stîrni poate dificultăţi în relaţiile dintre aşezările spaţiale.

Şi apoi, schimbarea nu va fi traumatică. Coloniştii spaţiali nu pleacă de acasă, ei îşi iau casa cu ei. Cu excepţia micşorării aparente a Soarelui şi a creşterii dificultăţii de a, meijţine contactul radio cu alte aşezări (pînă cînd atît Soarele cît şi contactul prin radio se vor'pierde cu totul), trecerea de la o permanentă rotaţie în jurul Soa- celui la un permanent avans în Univers nu

va reprezenta o schimbare importantă pentru locuitorii aşezărilor spaţiale.

Pierderea lentă a resurselor datorită unei reciclări defectuoase sau epuizarea hidrogenului nu trebuie să constituie motive de îngrijorare pentru colonişti. Atunci cînd o aşezare spaţială devine o lume-în-sine, care nu este legată de o stea, ea poate găsi combustibil oriunde în Univers.

Lumea ar putea să se deplaseze prin norul de comete de la marginea sistemului solar, căutînd printre cele 100 de miliarde de comete aflate în acea zonă un mic corp ceresc de gheaţă. Chiar şi un „mic corp ceresc“ va avea un diametru de cîţiva kilometri şi va conţine suficient carbon, hidrogen, azot şi oxigen pentru a compensa pierderile de materii volatile datorate unei reciclări defectuoase şi pentru a asigura suficient hidrogen drept combustibil pentru o perioadă suficientă de timp. (La urma urmei, lumea-în-sine nu va accelera sau frîna prea intens sau prea des. Cea mai mare parte a timpului şi-o va petrece zburînd fără motor.)

Odată găsită cometa, ea va fi capturată şi remorcată pentru a fi folosită drept sursă de ’ materiale şi energie pentru mult timp. Cu vremea, şi să nu uităm o lume-în-sine are destulă vreme la dispoziţie, ar putea fi capturate şi remorcate un număr de comete care să constituie un adevărat şirag.

După trecerea de norul de comete, Universul nu se va dovedi cu totul pustiu. Şi alte stele au nori de comete în jurul lor, iar uneori vor fi găsite obiecte cosmice cu totul independente de vreo stea.

O astfel de călătorie ar evita toate dificultăţile menţionate anterior.

Lumea-în-sine se va deplasa destul de lent, astfel îneît dispar problemele legate de rezistenţa opusa de gazele din spaţiu şi de ciocniri, iar necesităţile energetice sînt mult reduse de lipsa unor acceleraţii şi frînări intense. Locuitorii lumii-în-sine nu trebuie să fie nici nemuritori, nici congelaţi ; ei pot duce'o viaţă obişnuită, la fel ca noi, •pe o lume relativ mare, populată, într-un peisaj asemănător cu cel terestru şi sub efectul forţei centrifuge care le va oferi iluzia unei atracţii gravitaţionale egală cu cA terestră. Lumina ,,Soarelui“ va fi artificială, dar cu asta se poate obişnui oricine.

Mai mult decît atît, lumea-în-sine nu va fi construită

dc pămîntcni şi nu va avea nevoie de investiţiile acestora. Ea va fi clădită de coloniştii spaţiali, la fel cum oraşele America au fost construite de americani şi nu de naţiunile europene din care au provenit strămoşii acestora. Lumea- în-sine nu va depinde do Pămînt.

Locuitorii lumii-în-sine nu vor fi obsedaţi de gîndul că urmaşii lor şi urmaşii urmaşilor lor îşi vor petrece viaţa „la bordul navei" — asta s-ar fi întimplat în orice caz. Ei nu vor fi obsedaţi nici de ideea reîntoarcerii pe Pămînt după mii sau milioane de ani de absenţă. Este puţin probabil că voi' cocheta măcar cu ideea reîntoarcerii pe Pămînt.

Pare destul de probabilă transformarea unui număr relativ mare de aşezări spaţiale în lumi-în-sine. Sistemul solar, care a avut nevoie de 4,6 miliarde de ani pentru dezvoltarea unei specii suficient de inteligente pentru a ajunge la o civilizaţie tehnologică, capabilă să construiască aşezări în spaţiu, ar putea intra în declin. Din el ar pleca în toate direcţiile lumile-în-sine, fiecare purtînd cîte o omenire ajunsă într-un echilibru ecologic cu celelalte forme de viaţă.

Poate chiar că însuşi Pămîntul, căminul nostru în spaţiu, îşi va pierde cu timpul importanţa, devenind, la scară cosmică, doar sursa istorică a lumilor-în-sine. El ar mai putea juca o vreme acest rol de sursă pînă cînd, dintr-un motiv sau altul, civilizaţia sa va îmbătrîni, va decădea şi se va sfîrşi definitiv. Aşezările spaţiale care au preferat să rămînă în sistemul solar vor îmbătrîni şi vor decade la rîndul lor, doar lumile-în-sine vor purta mai departe o omenire plină de vitalitate, în plină dezvoltare.

în cele din urmă, după trecerea multor generaţii, o lume-în-sine se va apropia de o stea. Nu va fi un simplu accident. Astronomii de pe lumea-în-sine vor studia cu multă atenţie stelele aflate pe o rază de cîţiva ani-lumină si vor propune apropierea dc cea mai interesantă. Ei ar putea studia astfel stele de tot felul : pitice albe, stele nuutronice, găuri negre, uriaşe roşii, Cepheide variabile ;¡i aşa mai departe, păstrînd o distanţă rezonabilă.

Astronomii ar putea propune apropierea de stele precum Soarele pentru a investiga (cu oarecare nostalgie poale} şansele de existenţă ale unei civilizaţii în apropierea stelei cu pricina. Poate că nu ar fi ispitiţi să debarce pe o planetă precum Pămîntul şi să suporte un mod de viaţă de mult uitat, profund dezagreabil

acum, cine ştie, pe suprafaţa unei alte lumi. Pe o asemenea suprafaţă sistemul de reciclare este atît de vast, îneît nu poate fi controlat, vremea are capricii, iar formele de viaţă existente pot fi antipatice.

Dacă ar exista lumi relativ mici la oarecare depărtare de stea, depărtare suficientă pentru a permite prezenţa materiei îngheţate, a metalelor şi rocilor — o centură de asteroizi ar fi. ideală —, aştronauţii s-ar putea hotărî să construiască o nouă aşezare spaţială, abandonînd vechea lume-în-sine care, în ciuda reparaţiilor, ar putea să fi ajuns la un grad avansat de uzură. (Ar fi o ocazie excelentă de a folosi noi proiecte şi noi tehnologii pentru întreaga construcţie.)

S-ar putea naşte ispita unei lungi escale, dedicată în primul rînd construcţiei de noi şi noi aşezări în spaţiu în noua centură de asteroizi.

Avantajele sînt evidente. De-a lungul anilor petrecuţi în spaţiu, lumea-în-sine a fost constrînsă să-şi controleze strict creşterea populaţiei. Escala ar reprezenta o şansă de înmulţire care va fi exploatată cu mult entuziasm.

încă ceva, lumea-în-sine, deşi infinit mai mare decît o navă spaţială obişnuită, este totuşi destul de mică pentru a obliga populaţia la o oarecare uniformitate a culturii şi modului de viaţă. Construcţia unui mare număr de aşezări spaţiale în timpul celor cîteva secole petrecute în noua centură de asteroizi ar reprezenta' un bun prilej de diversificare a culturilor.

Cu timpul noile aşezări spaţiale vor îmbătrîni şi vor lansa în spaţiu o nouă generaţie de lumi-în-sine.

Ne putem chiar imagina două civilizaţii alternative : **o** formă mobilă, practicînd un control demografic strict — lumile-în-sine în derivă prin spaţiul cosmic, şi o formă stabilă, sedentară chiar, a cărei populaţie este în creştere — aşezările spaţiale din jurul unei stele.

Fiecare lume-în-sine în derivă prin spaţiul cosmic îşi pierde în cele din urmă contactul cu baza, cu aşezările în spaţiu, cu alte lumi-în-sine. Ea devine o cultură izolată, în care apare o literatură proprie, forme de artă proprii, o lume cu propria ei filozofie, ştiinţă şi chiar etnografie. Toate lumile-în-sine evoluează în acest fel şi nici una nu va prezenta o strînsă asemănare cu vreo alta. Cu fiecare escală într-un sistem solar şi cu fiecare nouă plecare în spaţiu, se va produce o adevărată

explozie a diferenţelor.

Asemenea variaţiuni culturale ar putea duce la o infinită bogăţie spirituală a întregii umanităţi, bogăţie pe care nu o putem decît bănui, îngrădiţi cum sîntem de limitele sistemului solar. Dar omenirea nu va rămîne o veşnicie în acest spaţiu restrîns,

Întîlnirea a două lumi-în-sine ar putea avea ca rezultat o extrem de interesantă interacţiune a culturilor respective.

Fiecare lume-în-sine ar fi observată de cealaltă de la mare distanţă şi ne putem imagina perioada apropierii ca pe o vreme de mare bucurie şi de mare entuziasm pe fiecare dintre cele două lumi. Întîlnirea va reprezenta un ritual de o incomparabilă importanţă ; nici nu poate fi vorba de un simplu bună-ziua şi la revedere [1].

Să nu uităm că fiecare dintre lumi ar putea pune la dispoziţia celeilalte o serie de date extrem de utile, de exemplu descrierea unor întregi sectoare ale spaţiului cosmic pe care le-a explorat o lume-în-sine. Ar putea fi discutate noi teorii ştiinţifice şi noi interpretări ale vechilor teorii. S-ar încinge pasionante conversaţii pe temele diferenţelor de filozofie şi de mod de viaţă. Ar fi efectuate schimburi de literatură, opere de artă, aparatură şi instrumente.

Întîlnirea ar fi şi o excelentă ocazie de reîmprospătare a potenţialului genetic. Un schimb de populaţie (temporar sau permanent) ar putea reprezenta cea mai importantă realizare legată de o asemenea întîlnire. Schimbul de popplaţie ar putea duce la o creştere a potenţialului biologic, ar nţări vigoarea ambelor populaţii.

Se poate însă ca, în timpul lungii despărţiri, să se fi produs suficient de multe mutaţii pentru a duce la o imposibilitate a fertilizării reciproce a celor două populaţii. Ele ar fi putut evolua devenind două specii diferite, dar chiar şi în acest caz rămîne posibilă fertilizarea încrucişată pe plan intelectual (cu condiţia depăşirii unei bariere lingvistice inevitabile ; chiar dacă două lumi-în-sine au

* Ar fi perfect plauzibilă existenţa unor lumi-în-sine care să aibă idei izolaţioniste, eare să fie speriate de alte lumi-în-sine, care să suspecteze alte lumi-în-sine şi care să prefere să evite în- tîlnlrile. Ar fi o raritate. îmi pun mari speranţe în curiozitatea de care dau dovadă .fiinţele inteligente.avut la început aceeaşi limbă, pe fiecare dintre lumi s-a format

un dialect cu totul deosebit de celălalt.)

Omenirea ar înceta astfel să aparţină doar Pământului şi sistemului solar, ea ar aparţine întregului Univers, în care s-ar împrăştia mereu tot mai departe, formînd o imensă varietate de specii înrudite, pînă cînd Universul însuşi ajunge să nu "mai poată, într-un fel sau altul, încetul cu încetul, să permită existenţa vieţii.

Ce ne facem însă cu inteligenţele extraterestre ? Pre- supunînd că ele nu folosesc cine ştie ce tehnologii fantastice pe care noi nici nu ni le putem imagina, ar fi trebuit să adopte şi ele direcţia de dezvoltare care face lumile-în- sine să fie un fel practic (poate singurul) de a trimite organisme vii în spaţiul interstelar.

Lumile-în-sine ar fi putut porni din mii şi mii de diferite sisteme planetare şi poate că multe dintre ele circulă în spaţiu, oprindu-se în centurile de astcroizi ale stelelor, de miliarde de ani.

Poate că, dacă am fost vizitaţi de civilizaţii extraterestre, musafirii noştri au fost lumi-în-sine. în acest caz, ei nu ar fi vizitat Pământul (care i-ar fi interesat prea puţin), ci centura de asteroizi a sistemului nostru planetar.

Poate că atunci cînd aşezările noastre spaţiale vor ajunge în centura de asteroizi vom fi obligaţi să constatăm că nu sîntem primii care au reuşit această performanţă, vom găsi poate dovezi ale unei vizite efectuate cu multă vreme în urmă de lumi-în-sine care au părăsit demult această zonă a sistemului nostru planetar.[32]

Există şi posibilitatea ca lumile-în-sine să ocolească din principiu orice stea precum Soarele în jurul căreia se rotesc planete locuibile. La urma urmei, din punctul lor de vedere, orice stea este acceptabilă. Chiar dacă steaua este o gigantă efemeră, lumea-în-sine se poate menţine la o distanţă suficientă pentru a evita iradierea şi nu are nevoie, să spunem, decît de un secol sau două pentru a construi noi nave interstelare din materialul planetar disponibil. Chiar şi cea mai efemeră stea are o

32 Romanticii plini de imaginaţie susţin că a existat cmdva o întreagă planetă pe o orbită situată între orbitele planetelor Marte şi Jupiter, că o lume-în-sine a „demontat" acea planetă pentru a obţine materialul de construcţie necesar unui mare număr de aşezări spaţiale şi că centura de asteroizi reprezintă deşeurile rămase după terminarea proiectului.

viaţă mult mai lungă decît perioada menţionată. Sau avem de-a face (mult

mai probabil) cu întîlnirea cu o stea pitică rece; în acest caz, lumea-în-sine nu îi va exploata energia, ci doar planetele din sistem.

Dacă această tehnică ar fi adoptată de suficiente civilizaţii, s-ar putea întîmplă ca o lume-în-sine populată de oameni, pătrunzînd într-un sistem planetar, să fie surprinsă de prezenţa.unor lumi-în-sine'populate de fiinţe nonumane.

Acesta va fi momentul istoric în care vom înţelege că natura inteligenţei este cea care îi înrudeşte pe indivizi şi că diferenţele de formă, dimensiuni, aspect şi comportare sînt nesemnificative.

Poate că plecarea în spaţiu a lumilor-în-sine populate de oameni îi va ajuta pe aceştia să descopere că fac parte dintr-o imensă familie a inteligenţelor, că se găsesc pe unul dintre nenumăratele drumuri pe cave a evoluat Universul pentru a fi în stare să ajungă la înţelegerea de sine.

Şi poate că împreună, omenirea şi toate celelalte civilizaţii extraterestre vor avansa mai repede şi vor ajunge mai departe decît ar fi putut să o facă izolate. Dacă avem vreo şansă de a învinge ceea ce considerăm astăzi drept lege a naturii, de a supune întregul Univers cu inteligenţa noastră, inteligenţă născută chiar de Univers, această şansă nu ne-o poate da decît efortul unit cu eforturile altor civilizaţii.

Capitolul 13
MESAJE

Emisie

Am ajuns la concluzia că există, în principiu, peste 500 000 de civilizaţii în Galaxia noastră, dar că singurul lor mod de a ieşi din sistemul planetar căruia îi aparţin este sub forma de sonde interstelare sau de lumi-în-sine.

Ieşirea lor în spaţiu nu este obligatorie. Marea majoritate a civilizaţiilor, poate chiar toate, ar putea rămîne foarte bine în propriul lor sistem planetar. Sondele interstelare pe care le lansează pot fi astfel construite îneît să nu poată debarca pe suprafaţa planetelor locuibile, limi- tîndu-se la observarea acestora din spaţiu- şi la trimiterea spre casă a informaţiilor culese. Orice lume-în-sine care ar ajunge în zona noastră ar fi interesată mai ales de materia şi energia necesare supravieţuirii, şi nu de contactul cu o civilizaţie sedentară.

Am reuşit astfel să găsim o soluţie raţională paradoxului reprezentat de o Galaxie bogată poate în civilizaţii, pe care noi nu le putem găsi.

Ce-i de făcut ?

Cel mai simplu şi cel mai comod ar fi să nu facem

nimic. Dacă civilizaţiile extraterestre nu vor sau nu pot să intre în contact cu noi, ne vom vedea în continuare de treabă. Avem şi aşa destulă bătaie de cap.

O altă “posibilitate ar fi reprezentată de lansarea unui mesaj prin care să încercăm să stabilim un contact. Chiar dacă civilizaţiile extraterestre nu ne pot vizita, şi nici noi pe ele, am putea stabili o comunicare de-a curmezişul spaţiului, fie chiar cu un mesaj ca acesta : „Noi sîntem aici. Voi unde sînteţi ?“

E o dorinţă atît de firească, încît chiar în secolul al XlX-lea, pe vremea cînd oamenii mai făceau speculaţii legate de existenţa vieţii în alte lumi din sistemul solar şi erau aproape convinşi de existenţa, unei civilizatii pînă si pe Lună, erau propuse diverse metode de comunicare.

Matematicianul german Karl Friedrich Gauss (1777 — 1855) a propus plantarea unor păduri, în stepele din Asia Centrală, în forma unui uriaş triunghi dreptunghic cu pătrate pe fiecare latură. în interiorul triunghiului şi al pătratelor ar fi trebuit să se planteze grîne care să coloreze uniform desenele geometrice. O civilizaţie aflată pe Lună sau pe Marte ar fi observat cu uşurinţă această reprezentare grafică 'a teoremei lui Pitagora şi ar fi dedus cu uşurinţă ca pe Pămînt există fiinţe inteligente.

Astronomul austriac Joseph Johann von Littrow (1781— 1840) a propus o altă metodă, săparea unor canale şi aprinderea în timpul nopţii a unor forme geometrice îmbibate în păcură, care să plutească pe suprafaţa apei. Simbolurile matematice ar fi fost astfel văzute de presupuşii locuitori ai altor lumi.

Inventatorul francez Charles Cros (1842—1888) a sugerat o idee mai simplă — folosirea unei imense oglinzi care să reflecte lumina solară în direcţia planetei Marte. Oglinda ar fi putut fi manevrată în aşa fel îneît să emită semnale în codul Morse care să se constituie în mesajele emise (chiar dacă ele nu ar putea fi înţelese de către destinatari).

Realizarea unei comunicări cu civilizaţiile extraterestre a ştir nit’ din ce în ce' mai mult interes, pînă cînd, în 1900, a fost instituit la Paris un premiu de 100 000 de franci pentru prima tentativă reuşită în acest domeniu. A fost însă exclusă comunicarea cu planeta Marte. Părea un lucru prea uşoi’ ca să merite banii.

Toate aceste idei apărute în secolul al XlX-lea sînt,

evident, inutile, întrucît nu există fiinţe inteligente nici pe Lună, nici pe Venus, nici pe Marte şi e puţin probabil ca asemenea tehnici primitive să poată transmite mesaje la distanţe mai mari (nu sînt sigur că ar fi fost suficiente pentru distanţele modeste cărora le erau destinate).

Pe lingă aceasta, în secolul al XX-lea am reuşit, fără să vrem, să trimitem mesaje rpult mai spectaculoase, care nu ne-au cerut un efort deosebit.

Invenţia iluminatului electric şi intensificarea iluminării oraşelor şi şoselelor a făcut să crească substanţial strălucirea suprafeţei Pămîntului în timpul nopţii, cel puţin în zonele industrializate şi urbanizate. Astronomii de pe Marte, intrigaţi de creşterea intensităţii luminii emise de faţa întunecată a Pămîntului, ar fi ajuns cu siguranţă la concluzia că există o civilizaţie pe Pămînt —> în cazul cînd există astronomi pe Marte.

Ideile din secolul al XlX-lea se bazau pe utilizarea luminii întrucît aceasta reprezenta cea mai manevrabilă radiaţie care se poate propaga prin vid, cel puţin pe vremea aceea. Pe la începutul secolului al XX-lea au fost descoperite undele radio (asemănătoare cu undele de lumină, dar de un milion de ori mai lungi) care au început să fie utilizate. în 1900, inventatorul Nikola Tesla (1856— 1943) propunea folosirea undelor radio ca purtătoare de mesaje către alte lumi.

Nu s-a făcut nici o încercare deosebită în acest sens, dar nici nu era cazul. Undele radio au fost produse cu 6 intensitate mereu crescîndă în următoarele decenii. Unele au putut şi au reuşit să treacă de straturile superioare ale atmosferei, ceea ce a dus la formarea unei sfere radiante de unde radio care se îndepărtează de Pămînt în toate direcţiile.

Revenind la’ astronomii de pe Marte, putem fi siguri că, în cazul în care au detectat această radiaţie şi au observat creşterea intensităţii ei, au ajuns cu siguranţă la concluzia că există o civilizaţie pe Pămînt.

în a doua jumătate a secolului al XX-lea a devenit clară absenţa civilizaţiilor extraterestre în sistemul solar şi s-a ajuns la formularea unei noi destinaţii a mesajelor pe care le-am putea emite : stelele.

Lucrurile s-au încurcat binişor. în sistemul solar ştim cel puţin încotro să ne îndreptăm mesajele — spre Venus, spre Marte sau Spre altă planetă. în schimb, nu avem nici cea mai vagă idee care ar fi steaua către care

să ne îndreptăm comunicările.

O altă problemă : radiaţia orientată spre stele trebuie să conţină foarte multă energie dacă vrem să-şi păstreze o intensitate suficientă, ţinînd seama de dispersia inevitabilă care se produce pe distanţe de ani-lumină, pentru a putea fi recepţionată măcar în zona celor mai apropiate stele.

Noi trimitem, după cum am mai spus, mari cantităţi **de** unde radio în direcţia stelelor, fără să vrem, ce-i drept. E vorba de unde radio care au trecut prin straturile superioare ale atmosferei şi care reprezintă acum o sferă în continuă dilatare, o sferă cu un diametru de cîteva zeci de ani-lumină. Majginea cea mai îndepărtată a acestei sfere a trecut de mult de stelele aflate în imediata noastră apropiere şi, cu toate că intensitatea radiaţiei este infimă, ea ar putea fi totuşi recepţionată pe undeva.

Poate însă că semnale atît de slabe nu ar constitui pentru astronomii de departe o dovadă incontestabilă a existenţei unei civilizaţii în vecinătatea Soarelei nostru. Chiar dacă astronomii ar ajunge la concluzia că există o civilizaţie, amestecul complicat de semnale ar fi imposibil de descifrat şi interpretat.

Am putea emite o rază concentrată de radiaţie care să conţină multe informaţii şi care să împrăştie orice dubiu chiar dacă mesajul ca atare nu poate fi înţeles.

Pe moment însă nu dispunem de suficientă energie pentru a fi dispuşi să împrăştiem mesaje în spaţiu, mai cu seamă că nu cunoaştem nici o destinaţie exactă şi nici nu putem spera la un răspuns în viitorul apropiat.

Ce putem face pentru a economisi energia cheltuită cu transmiterea mesajelor ?

Am putea trimite un obiect în chip de mesaj, un obiect caic poate fi lansat la întîmplare în spaţiu fără ca asta să coste prea mult. Evident, un obiect e mult mai greu de orientat exact decît un fascicol de radiaţii şi &re nevoie de un răstimp de zeci de mii de ori mai mare pentru a ajunge la destinaţie, dar are calitatea de a nu ne pune probleme prea serioase.

De fapt noi *am şi trimis* un astfel de mesaj.

Pioneer 10, o sondă automată, a fost lansat spre Jupiter în ^iua de 3 martie 1972. A trecut pe lîngă Jupiter în lima decembrie 1973, apropierea maximă fiind realizată la data de 3 decembrie 1973, şi *a* trimis spre Pămînt un mare număr de fotografii, precum şi alte

informaţii care ne-au îmbogăţit mult cunoştinţele privind planeta uriaşă.

Chiar dacă asta ar fi fost totul, chiar dacă, după ce ar fi trecut pe lîngă Jupiter, *Pioneer 10* ar fi dispărut sau ar fi explodat sau, pur şi simplu, n-ar mai fi funcţionat, el ar fi meritat întrutotul timpul, efortul şi banii investiţi în el. Orice ar mai fi făcut după terminarea misiunii Jupiter, ar fi fost „gratuit". Aşa că. adăugarea unui mesaj pe nava Pioneer 10 nu ar fi costat mai nimic.

Pioneer 10 poartă într-adevăr un mesaj care i-a fost adăugat în ultimul moment, ca demonstraţie de bravură.Mesajul constă dintr-o placă de aluminiu aurit, de 15X23 cm., fixată pe suportul antenei lui *Pioneer 10.*

Pe placă sînt gravate informaţii a căror selecţie le aparţine astronomilor americani Cari Sagan şi Frank Do- nald Drake. Cele mai multe informaţii depăşesc cu mult capacitatea de înţelegere a majorităţii pămîntenilor. E vorba de detalii privind structura atomului de hidrogen, exprimate în cifre binare. Este descrisă situaţia pămîntului în raport cu cei mai apropiaţi pulsari, ale căror perioade sînt, de asemenea, exprimate în cifre binare. Întrucît pulsarii se află într-un punct anumit doar în anumite, momente şi întrucît rotaţia lor se încetineşte proporţional cu trecerea timpului, informaţiile menţionate permit determinarea exactă *a* poziţiei Pămîntului în raport cu restul Galaxiei într-un moment al istoriei cosmice.

Mai figurează şi o mică diagramă a planetelor din sistemul solar în care se poate vedea traiectoria urmată de *Pioneer 10 de* 1a lansare şi pînă la ieşirea din sistem.

Cel mai spectaculos clement al plăcii este însă desenul care reprezintă chiar nava *Pioneer 10,* în faţa căreia apar un bărbat şi o femeie, dezbrăcaţi (desenaţi dc Linda Salz- nian Sagan, soţia lui Cari). Braţul bărbatului este ridicat într-un gest care va fi interpretai, sperăm, ca un semn de pace.

Va fi oare înţeles mesajul de către reprezentanţii unei specii inteligente care l-ar găsi întîmplător ? E aproape sigur că acest mesaj va fi găsit cîndva de reprezentanţii unei specii inteligente care cutreieră Universul Ia bordul unei nave spaţiale sau într-o lume-în-sing, specie despre care putem presupune că a ajuns Ia o tehnologie avansată după ce a înţeles concepte ştiinţifice importante. **în** principiu, ei ar trebui să înţeleagă sensul simbolurilor pur ştiinţifice. Sagan susţine că desenele color doi oameni i-ar putea încurca datorită lipsei totale de asemănare cu formele de viaţă pe care le cunosc ci. S-ar putea ca ei nici măcar să nu le recunoască ca forme de viaţă.

Astronauţii ar studia chiar nava *Pioneer 10,* care le-ar putea spune mult mai multe despre Pămînt şi despre

pămînteni decît ar putea-o face placa.

în ce direcţie însă duce *Pioneer 10* această placă ? El a trecut pe lîngă Jupiter, a cîştigat energie de la imensul cîmp gravitaţional al planetei şi va trece în 1'984 de hotarele orbitei lui Pluto cu o viteză de llkm/Sec. Viteza aceasta îi va fi suficientă pentru a-l face să se îndepărteze pentru totdeauna de Soare, rătăcind timp de miliarde de ani, dacă scapă de ciocnirea cu un obiect destul de mare care să-l distrugă.

Pioneer 10 ar avea nevoie de 80 000 de ani pentru a străbate distanţa de la Pămînt la Alpha Centauri. După această imensă perioadă de timp, el nu se va afla în apropiere de Alpha Centauri, nu de alta, dar nu se îndreaptă în direcţia acesteia.

Să nu uităm că nava *Pioneer* 10 nu a fost lansată în direcţia unei stele. Ea a fost orientată spre Jupiter, în aşa fel îneît să ne ofere cît mai multe informaţii în legătură cu această planetă, iar direcţia în care se îndreaptă dup^. aceea, atunci cînd părăseşte sistemul-solar, nu mai prezintă mare importanţă.

Din întîmplare *Pioneer 10* se găseşte pe o traiectcfrie care nu va trece prin apropierea ipoteticului sistem planetar al vreunei stele vizibile de pe Pămînt timp de cel puţin 10 miliarde de ani. Ea ar putea să se întîlnească, din pură întîmplare, cu o lume-în-sine în timpul lungii ei călătorii. Şansele acestei întîlniri sînt şi ele cît se poate de mici, astfel îneît nimeni nu crede că *Pioneer 10* va ajunge vreodată să întîlnească pe reprezentanţii unei specii inteligente, în pofida drumului lung pe care-l are de făcut.

Atunci de ce ne-am deranjat ?

în primul rînd, fiindcă deranjul nu a fost prea mare, În al doilea rînd, mesajul ar putea să ajungă undeva şi, chiar dacă cei care îl vor găsi sînt prea departe de noi pentru a reacţiona într-un fel sau altul, chiar dacă mesajul va fi găsit mult după ce omenirea a dispărut, el va reprezenta un semn pe care l-am făcut Universului.

Am lăsat în urma noastră dovada că aici, pe această lume mică, a existat cîndva o specie inteligentă care a reuşit să atingă performanţa lansării unui obiect în stare să părăsească sistemul nostru solar. Avem şi noi mîndria noastră !

Ne putem mări şansele trimiţînd mai multe mesaje. O placă identică a fost fixată pe nava *Pioneer 11,* care

va părăsi şi ea sistemul solar, pe o traiectorie cu totul diferită de cea a navei *Pioneer 10*.În fine, în 1977 au fost lansate sonde spaţiale pe care se găsesc numeroase fotografii reprezentînd un mare număr de aspecte ale vieţii pe Pămînt, împreună cu o înregistrare a nenumăratelor sunete produse pe Pămînt.

Recepţie

Va mai trece o bună bucată de vreme pînă cînd vom **fi** în stare să trimitem-mesaje mai complicate decît nişte simple desene lansate la întîmplare.

Ideea transmiterii de mesaje întîmpină chiar o oarecare rezistenţă. Aceasta ar putea fi exprimată prin întrebarea : „De ce să atragem atenţia asupra noastră ?“

Să presupunem că ne facem cunoscută existenţa. Nu ar fi asta o adevărată invitaţie adresată civilizaţiilor mai avansate, care nu ştiau de noi pînă acum, să se îndrepte cu toată viteza spre lumea noastră cu intenţia de a o cuceri, de a ne înrobi sau de *a* ne anihila ?

Mie mi se pare că nu poate fi în nici un caz vorba de aşa ceva. Am expus într-un capitol anterior motivele pentru care, după părerea mea, o civilizaţie mult mai avansată decît a noastră din punct de vedere' tehnologic trebuie să fie o civilizaţie paşnică. Şi, chiar dacă nu sînt paşnice, civilizaţiile sînt cu siguranţă îngrădite de limitele propriului Ipr sistem planetar. Dacă, din întîmplare, ar exista o civilizaţie războinică care cutreieră spaţiul, ea a studiat probabil toate stelele şi este la curent cu existenţa noastră. Chiar dacă ne-a scăpat din vedere, cine ştie de ce, ne-am dat de gol prin emisiunile de radio.

în consecinţă, nu are nici, o importanţă dacă semnalizăm sau nu, coca ce nu potoleşte însă teama iraţională legată de cele mai înspăimântătoare posibilităţi imaginabile. Să presupunem că *există* civilizaţii extraterestre la fel de războinice şi de agresive ca civilizaţia umană în cele mai penibile momente ale existenţei ei, să presupunem că ele se *pot* deplasa în spaţiu, că *sînt* în căutare de pradă proaspătă şi că pînă acum nu ne-au găsit. Nu ar trebui să stăm cuminţi şi să păstrăm tăcere ?

Dacă acceptăm aceste argumente pur afirmative, nu **ar** trebui oare, de dragul liniştii noastre, să aflăm cît mai multe lucruri în legătură cu aceşti monştri ipotetici,

chiar dacă stăm cuminţi ? Nu ar trebui oare să vrem să aflăm care este pericolul, cît de mare este acest pericol, care este Cel mai bun iriod de apărare sau, dacă e imposibil să ne apărăm, cum ne-am putea ascunde mai bine ?

Cu alte cuvinte, dacă renunţăm la orice încercare de a emite mesaje (care ar putea fi în orice caz ineficiente), nu ar trebui oare să facem toate eforturile pentru a *recepţiona* mesaje ? Dacă recepţionăm un mesaj şi îl descifrăm şi dacă nu ne place conţinutul, nu avem nici un motiv să răspundem.

Am şti oare că recepţionăm un semnal, dacă l-am detecta ? Ce trebuie să căutăm ?

Am putea fi optimişti, afirmînd că, deşi nu ştim cum vor suna semnalele, le vom recunoaşte totuşi la momentul potrivit. Descoperirea a ceea ce părea să fie o reţea de canale pe Marte a constituit o mare surpriză, dar a fost imediat interpretată ca semn al existenţei unei civilizaţii avansate.

Ştim acum că dacă vom primi un semnal de la fiinţe vii, acesta va proveni din sistemul planetar al unei alte stele (sau poate de la sonde automate sau dc la lumi-în-sine aflate în spaţiul interstelar). E foarte probabil ca aceste semnale să ne vină de la mul ţi ani-lumină depărtare şi se naşte întrebarea dacă este posibilă emisia unor semnale eu o energie atît de ridicată îneît să poată fi recepţionate la asemenea distanţe.

Poate că nu trebuie să judecăm toate civilizaţiile după a noastră. Ceea ce nouă ni se pare un nivel energetic extrem de înalt poate să fie' o nimica toată pentru o civilizaţie superioară. Astronomul sovietic N. S. Kardaşev a sugerat în 1964 o împărţire a civilizaţiilor în trei niveluri de dezvoltare. Nivelul I este similar eu al Pămîntului şi dispune de intensităţi energetice prin arderea combustibililor fosili. Nivelul II poate exploata întreaga energie a propriei stele, dispunînd astfel de intensităţi energetice de 100 de bilioane de ori mai mari decît cele caracteristice nivelului I. Nivelul III poate exploata în întregime energia propriei Galaxii, dispunînd astfel de intensităţi energetice de 100 de miliarde de ori mai mari decît cele specifice nivelului II.

Un semnal emis de o civilizaţie aparţinînd nivelului II ar putea avea o încărcătură energetică suficientă pentru a fi detectat în orice regiune a Galaxiei în care a fost emis. Un semnal provenit de la o civilizaţie aparţinînd nivelului III ar putea avea o asemenea

încărcătură energetică îneît să fie detectabil oriunde în Univers.

Am putea conteste imediat aceste afirmaţii, susţinînd că tot nu recepţionăm nici un fel de semnale ; poate însă că nu ascultăm cu destulă atenţie. Chiar dacă ni s-ar impune să ascultăm astfel de semnale, le-am recunoaşte noi ca atare ?

Astronomul Maarten Schmidt (n. 1929) a descoperit în anul 1963 quasarii, obiecte foarte îndepărtate, cu o strălucire extraordinară, care prezintă însă unele variaţiuni neregulate ale luminozităţii. În 1968, astronomul britanic Anthony Hewish (n. 1924) a anunţat descoperirea pulsari- lor, care emit pulsuri foarte regulate de radiaţie la intervale foarte scurte, dar care se măresc treptat şi foarte lent. Din 1971 unele fluxuri dure de raze X, a căror intensitate prezintă variaţii neuniforme, au fost legate de existenţa găurilor negre.

Să fie oare aceste obiecte farurile emiţătoare de semnale ale unoi' civilizaţii aparţinînd nivelurilor' II şi III ?,E drept că variaţiile de intensitate par total neregulate în cazul quasarilor şi găurilor negre şi extrem de regulate în cazul pulsaţilor, fără a părea să conţină în nici unul dintre cazuri genul de informaţii pc care l-am putea considera ca avînd o origine inteligentă. Nu ar putea însă această apreciere să provină doar din incapacitatea noastră de înţelegere ?

Poate că da ! Numai că, din punctul de vedere extrem de conservator al acestei cărţi, este un ,,poate" cu o probabilitate extrem de redusă. Tot ce putem spune pe mo- moment este că nu există nici un fenomen la scară mare în întreg Universul care să implice energii de o intensitate caracteristică stelelor şi galaxiilor şi care să dovedească cît de cît un conţinut do informaţie inteligentă. Pînă cu nl nu vom avea o asemenea dovadă nu putem lua o hotărire.

Un semnal poate să nu fie un apel conştient, ci un simplu însoţitor involuntar al activităţilor unei civilizaţii. Ne luminăm oraşele şi şoselele de nevoie, pentru a asigura condiţii optime fiinţelor umane, şi ne trezim că am lansat un semnal destinat oricărei civilizaţii extraterestre care se găseşte destul de aproape şi este destul de atentă pentru a-l putea observa.

Dacă pe Marte ar fi existat, într-adevăr, canale, ele ar fi aprovizionat civilizaţia marţiană cu apa atît de necesară irigaţiilor, şi doar atît — pentru noi existenţa lor ar

fi constituit un semnal.

La fel, o civilizaţie mai avansată £r putea comite cine ştie ce acţiuni spectaculoase care s-ar face simţite la distanţe interstelare.

Freeman J. Dyson susţine că, în cazul în care oamenii ar începe să exploreze şi să exploateze spaţiul cosmic, ei ar putea dori să se înmulţească pînă la limita numărului total care poate fi alimentat cu energie solară. în prezent, Pămîntul reţine doar o cantitate infimă din lumina solară şi aproape toată energia radiantă a Soarelui trece pe lîngă corpurile reci din sistemul solar şi se scurge în. spaţiu. Oamenii ar putea reuşi în cele din urmă să dezmembreze diversele corpuri cereşti din sistemul solar exterior pentru a construi un grup de lumi-în-sine pe care să-l aranjeze sub forma unei imense sfere în jurul Soarelui, sferă a cărei rază ar fi egală cu distanţa dintre Soare şi centura de asteroizi.

întreaga energie a Soarelui ar fi absorbită şi utilizată de lumile-în-sine. Bineînţeles că energia ar fi din nou radiată în spaţiu de faţa întunecată a fiecărei lumi-în-sine, însă numai sub forma radiaţiei infraroşii. Privită de pe o altă stea, radiaţia solară ar părea că suferă o schimbare — de unde o bună parte a acestei radiaţii era emisă în domeniul luminii vizibile, acum ea a ajuns aproape în întregime în domeniul infraroşu. Schimbarea ar dura poate nu 'mai mult de două secole, o clipă doar, dacă judecăm astronomic.

Dacă am vedea de pe Pămînt că o stea, care pînă atunci a strălucit constant, începe să-şi piardă strălucirea şi se stinge după o vreme, putem fi aproape siguri că am urmărit activitatea unor fiinţe inteligente.

Se poate, numai că pînă acum nu am văzut încă aşa ceva. v

Putem ajunge la următoarele concluzii : 1) sîntem total incapabili să recepţionăm semnale şi ar fi cazul să nu ne mai deranjăm s-o facem ; 2) nu sînt emise nici un fel de semnale şi nu e cazul să ne mai deranjăm ; 3) sînt emise semnale, dar conţinutul lor în energie nu este chiar atît de spectaculos, nu de alta, dar nici civilizaţiile care le emit nu sînt chiar atît de spectaculoase, ceea ce înseamnă că detectarea acestor semnale ne va cere un efort considerabil.

Nu putem accepta nici prima, nici a doua concluzie dacă nu o luăm în serios pe cea de-a treia.

Să ne ocupăm deci de semnalele cu un conţinut

scăzut de energie (destul de ridicat însă pentru a putea fi detectate) şi să vedem ce hram poartă.

Ele ar trebui să consiste într-un fenomen care poate să traverseze spaţii extrem de vaste şi să aparţină uneia din următoarele trei categorii : 1) obiecte mari precum plăci gravate, sonde automate şi lumi-în-sine ; 2) particule subatomice cu masă ; 3) particule subatomice fără masă.

Obiectele mari pot fi ignorate. Ele şe mişcă încet şi sînţ extrem de ineficiente ca purtătoare de informaţie.

Particulele subatomice cu masă pot fi împărţite în două subclase, cele fără sarcină electrică şi cele cu sarcină electrică, Particulele subatomice cu masă, dar fără jsarcină electrică se deplasează în general destul de lent, motiv pentru care le putem elimina din discuţie ca nepractice. Particulele subatomice care au şi masă, şi sarcină electrică se *pot* deplasa rapid, întrucît ele sînt accelerate de cîmpurile electromagnetice legate de stele şi de Galaxii, în general. De aceea, ti'aversînd spaţiile interstelare şi inter- galactice, ele ajung la viteze foarte apropiate de viteza luminii, avînd, în consecinţă, energii enorme.

Asemenea particule subatomice există oriunde, ele bombardează constant Pămîntul de o veşnicie. Le numim raze cosmice.

Apare o problemă, şi anume : simplul fapt al accelerării acestor particule de către cîmpurile electromagnetice înseamnă că ele suferă o atracţie sau o respingere, ceea ce le face să-şi curbeze traiectoriile. Cu cît particulele cîştigă energie, curbarea traiectoriilor osie din ce în ce mai modestă, dar, pe distanţe foarte mari, chiar şi cea mai modesta curbare devine importantă. Mai mult, un fascicul de particule se dispersează treptat fiindcă cele cu energii mai înalte sînt deviate mai puţin decît cele cu energii mai scăzute.

Particulele din radiaţia cosmică ne bombardează din toate părţile, dar nu putem deduce din direcţia lor de sosire care a fost punctul lor de plecare, fiindcă ne derutează întîlnirile lor anterioare cu diverse cîmpuri electromagnetice. Nu putem şti dacă un grup de particule care soseşte la un loc, în mănunchi, arăta tot aşa la plecare. Un semnal util trebuie să vină spre noi în linie dreaptă şi să nu fie dispersat sau distorsionat, ceea

ce elimină din competiţie toate particulele subatomice cu masă.

Nc-au mai rămas doar particulele subatomice fără masă, dintre care cunoaştem doar trei categorii : neutrino, gravitonii şi fotonii *.

Neavînd masă, toate aceste particule se deplasează cu viteza luminii; nu există mesageri mai rapizi. Iată un punct în favoarea lor.

O particulă fără masă nu poate avea sarcină electrică, deci nu poate fi afectată ele cîmpurile electromagnetice. Particulele fără masă pot fi afectate de cîmpurile gravitaţionale, dar asta numai în regiunile unde asemenea cîmpuri au o intensitate extremă. Nici măcar într-un astfel de cîmp particulele fără masă nu ar fi dispersate. Toate şi-ar curba traiectoria la unison. întrucît intensitatea cîmpului gravitaţional din spaţiu este practic neglijabilă în orice punct, toate particulele fără masă ar ajunge la noi în linie dreaptă (aproximativ), nedispersate şi nedistorsionate, chiar dacă vin de la miliarde de ani-lumină depărtare. Iată un al doilea punct în favoarea lor.

Recepţia particulelor neutrino este extrem de dificilă întrucît interacţiunea lor cu materia este minimă. Un flux de neutrino poate frece printr-un strat de plumb gros de cîţiva ani-lumină fără a pierde mai mult de câteva particule, prin absorbţie.

O cantitate foarte mică poate fi totuşi absorbită, chiar în fragmente relativ mici de materie, şi s-ar produce destul de mulţi neutrino pentru ca acea parte foarte; mică, cea care a fost absorbită, să poarte un mesaj. ᶻ >

Numai că de obicei neutrino sînt produşi în reacţiile nucleare din interiorul stelelor. într-o stea precum Soarele se produc neutrino în cantităţi uriaşe[33] [34]. Cum o civilizaţie nu poate produce neutrino în cantităţi care să reprezinte ceva mai nfult decît o fracţiune nesemnificativă a celor produşi de propria ei stea, apare

33 Chiar dacă mai există categorii necunoscute, nu am putea, în nici un caz, să detectăm vreun mesaj trimis prin intermediul lor.

34 Iată o afirmaţie de care sînt ceva mai puţin sigur astăzi decît eram acum cîţiva ani. în ultima vreme s-a încercat detectarea de neutrino produşi de Soare ; numărul lor s-a dovedit a fi mult mai mic decît cel prevăzut de teorie. Astronomii nu au reuşit încă să înţeleagă semnificaţia acestui fenomen. Rezultatele primelor experienţe sînt considerate provizorii ; oricum, dezamăgirea mea începe să se contureze.

pericolul înecării mesajului trimis de civilizaţie în fluxul imens de neutrino emis de stea. (Am putea enunţa o regulă generală : mediul folosit pentru transmiterea mesajului trebuie să fie uşor dc deosebit de zgomotul de fond. Nu se vorbeşte în şoaptă într-o cazangerie.)

Există o soluţie. în timp ce reacţiile de fuziune ale nucleelor de hidrogen care se desfăşoară în centrul stelelor produc neutrino, reacţiile de fisiune ale nucleelor masive, precum uraniul şi toriul, produc particule înrudite, numite anti neutrino.

Antineutrino nu au nici ei masă şi nici sarcină electrică, fiind, am putea spune, imaginea în oglindă a particulelor neutrino. Antineutrino se comportă diferit de neutrino atunci cînd sînt absorbiţi de materie, astfel că o civilizaţie care ar manipula cu grijă un fascicol de antineutrino ca purtător al unui mesaj ar reuşi să se facă auzită chiar în prezenţa unui puhoi uriaş de neutrino.

Totuşi, interceptarea acestor particule este atît de dificilă, înеît nici o civilizaţie nu le-ar folosi pentru transmiterea mesajelor dacă ar avea la îndemînă o metodă mai acătării.

Gravitonii, particulele cîmpului gravitaţional, nu sînt cu nimic mai buni. Gravitonii transportă o cantitate de energie atît de mică', infimă chiar, înеît detectarea lor pune probleme şi mai mari decît detectarea de neutrino. Pe lîngă asta, ei se produc chiar mai greu decît neutrino. Pentru a produce o radiaţie gravitaţională abia perceptibilă, cel puţin cu tehnologia pe care o avem la dispoziţie, trebuie să accelerăm mase foarte mari — prin rotaţie, revoluţie, pulsaţie, colaps şi aşa mai departe — într-un ritm structurat în vederea codificării. Ne putem permite fantezii, cum ar fi imaginarea unei civilizaţii atît de avansate înеît face o stea gigantică să pulseze în alfabetul Morse, însă e puţin probabil că o civilizaţie avansată ar face asemenea nebunii dacă ar avea la îndemînă metode mai sigure şi mai simple.

Am rămas cu ultima categorie de mijloace de comunicaţie : fotonii.

Fotoni

Radiaţia electromagnetică este compusă în întregime din fotoni, aceştia avînd diverse încărcături energetice *,

[1] Sau lungimi de undă. Cu cît mai mare este lungimea de undă, cu atît este mai joasă energia ; cu cît lungimea de undă este mai scurtă, cu atît energia este mai înaltă. de la fotonii cu energii foarte înalte din razele gamma {cu lungimi de undă foarte scurte) pînă la fotonii cu energii foarte joase din cele mai lungi unde radio. Consi- derînd radiaţia o gamă, dacă energia se dublează de la un capăt la altul al gamei menţionate (sau dacă se dublează lungimea de undă atunci cînd privim gama din direcţia opusă), am cuprins exact o octavă. Tot spectrul radiaţiei electromagnetice cuprinde zeci de octave, lumina vizibilă reprezentând o singură octavă undeva pe la mijloc.

Orice obiect a cărui temperatură este diferită de zero absolut radiază fotoni cu diferite energii. La fiecare capăt al gamei radiaţiei sînt doar puţini fotoni, iar la mijloc apare un vîrf, un maximum. Vîrful reprezintă fotoni cu o anumită energie. Cu cât creşte temperatura, cu atît vîrful este situat în domeniul unor energii din ce în ce mai înalte.

în cazul obiectelor foarte reci, cu temperaturi în apropiere de zero absolut, vîrful radiaţiei se găseşte în zona undelor radio. Obiectele aflate la temperatura camerei, ca noi de exemplu, au vîrful în domeniul infraroşu. Stelele reci au şi ele vîrful într-o zonă a radiaţiei infraroşii, deşi emit suficienţi fotoni de lumină vizibilă care dau stelei culoarea roşie. Stelele precum Soarele au vîrful în regiunea luminii vizibile. Pentru stelele foarte fierbinţi, vîrful se găseşte în domeniul ultraviolet, deşi ele emit destui fotoni de lumină vizibilă pentru a avea o culoare alb-albăstruie.

Cea mai mare parte a- spectrului radiaţiei electromagnetice nu poate trece prin atmosferă ; lumina vizibilă pătrunde însă prin atmosferă, astfel că majoritatea fiinţelor vii au organe de simţ care reacţionează la fotonii ei. Pe scurt, vederft.

Sîntem ajutaţi şi de celelalte simţuri, dar aici, pe Pă- mînt, orice obiect situat dincolo de limitele atmosferei ne transmitea informaţii (pînă nu de mult) prin intermediul fotonilor luminii vizibile care ajung' la noi de la acel obiect.

în consecinţă, pare normal să considerăm semnalele venite din spaţiul cosmic prin prisma luminii vizibile. *Vedem* „canelele“ de pe Marte, iar extratereştrii care privesc Pămîntul ar *vedea* marcajele executate de noi pe suprafaţa planetei sau luminile din timpul nopţii.

Folosirea luminii în domeniul semnalizării este mult

mai eficientă decît folosirea de neutrino sau gravitoni. Lumina se produce uşor şi se recepţionează uşor. Ne putem imagina o civilizaţie care instalează o sursă de lumină extrem de puternică pe care apoi o aprinde şi o stinge într-un mod care să pară evident produsul inteligenţei şi să poată fi recunoscut ca atare. Dacă reprezentăm fiecare licărire de lumină prin am putea recepţiona, de nenumărate ori, -H 1—H 1—I—I—I—I—+ +++++H— ++++++++++-++++++++++++-+ -|-+ + + +++++ + + +++ + d—• Vom recunoaşte imediat primii membri ai şirului numerelor prime şi nu vom pune la îndoială prezenţa unui semnal cu o origine inteligentă.

Există şi dificultăţi. O rază de lumină destul de intensă pentru a putea fi văzută la distanţe interstelare ar necesita un mare consum de energie, şi chiar aşa raza de lumină ar putea fi înecată de lumina stelei îfi jurul căreia se roteşte planeta emiţătoare.

O civilizaţie afiată la nivelul II ar putea cunoaşte un mod de a face o stea să strălucească şi să pălească în aşa fel îneît să ne dăm seama că avem de-a face cu un semnal inteligent, iar o civilizaţie aflată la nivelul III ar putea face aceeaşi operaţiune cu un întreg grup de stele. Speculaţie pură. Niciodată nu a fost observat un astfel de fenomen, şi ar fi cu siguranţă inutil să folosim un asemenea semnalizator de epopee dacă ne putem descurca cu unul mai simplu,

Ce-ar fi dacă raza de lumină a semnalului ar fi constituită dintr-o lumină care nu există în natură ? Iată o idee care ar fi putut părea o simplă prostie înainte de 1960, numai că în acel an fizicianul american Theodore Harold Maiman (n. 1927) a construit laserul, care peste un an era propus ca posibil purtător de mesaje interstelare.

Lumina obişnuită este „incoerentă". Ea este compusă din fotoni cu energii diferite, fotoni care au şi direcţii diferite. O rază de lumină obişnuită se împrăştie foarte repede, chiar dacă încercăm să o focalizăm ; pentru a o menţine la intensităţi detectabile la distanţe interstelare e nevoie de energii aproape stelare.

în cazul laserului, unii atomi sînt încărcaţi cu energii înalte şi li se permite apoi să piardă această energie în condiţii care produc lumină „coerentă" — o lumină compusă din fotoni cu energii egale, care se deplasează toţi în aceeaşi direcţie. Raza laserului nu se împrăştie

aproape deloc, astfel că, folosind o anumită energie, ea poate rămîne destul de intensă pentru a putea fi detectată la distanţe mult mai mari decît o rază de lumină obişnuită. Mai mult, raza laserului poate fi uşor identificată spectroscopie, simpla ei existenţă fiind dovada unei origini inteligente.

Există o presupunere care sună cam aşa.

Spectrele stelelor asemănătoare cu Soarele conţin numeroase linii întunecate care reprezintă fotonii absenţi — fotoni absorbiţi preferenţial de anumiţi atomi din atmosferele stelare. Să presupunem că o civilizaţie planetară emite un fascicol laser intens cu exact acelaşi nivel energetic cu una dintre liniile întunecate mai proeminente din spectrul stelei proprii. Linia întunecată ar deveni strălucitoare.

Dacă am studia spectrul stelei şi am observa că din el lipseşte una dintre liniile întunecate caracteristice unui anume grup de atârni din atmosfera stelei, în timp ce toate celelalte linii întunecate caracteristic^ acelui grup de atomi rămîn vizibile, am fi obligaţi să tragem concluzia că nivelul de energie absent a fost înlocuit prin mijloace artificiale. Asta ar însemna că ne aflăm în prezenţa unei civilizaţii.

Nici un asemenea fenomen nu,a fost observat. Mai înainte însă de a ne lăsa pradă disperării, să vedem dacă nu există cumva moduri şi mai simple de semnalizare. La urma urmei, nu putem avea pretenţia absurdă a folosirii unui mod complicat de semnalizare atunci cînd există unul mai simplu : orice civilizaţie avansată va prefera metodele mai simple.

Microunde

Radiaţia, electromagnetică situată în afara zonei luminii vizibile’a fost descoperită la începutul secolului al XlX-lea. William Herschel a descoperit în 1800 regiunea infraroşie a luminii solare observînd modul în care este afectat un termometru plasat dincolo de regiunea roşie a luminii vizibile. Fizicianul german Johanh Wilhelm Ritt.r (1776—1810) a descoperit în anul 1801 regiunea ultravioletă a luminii solare observînd modul în care se produc reacţiile chimice în zona de dincolo de violet a regiunii luminii vizibile.

Aceste descoperiri nu au influenţat prea mult astronomia epocii. Cea mai mare parte a radiaţiilor

ultraviolete şi infraroşii nu pătrunde în atmosferă, doar mici cantităţi de radiaţie ajung la noi de la Soare şi de la stele.[4]

Incepînd din 1864, Maxwell, unul dintre autorii teoriei cinetice a gazelor, a pus la punct teoria electromagnetismului. Astfel a fost identificată pentru prima oară lumina ca radiaţie electromagnetică şi a fost prevăzută existenţa multor octave de radiaţie de fiecare parte a regiunii luminii vizibile.

Fizicianul german Heinrich Rudolf Hertz (1857— 1894) a detectat în emul 1888 o radiaţie cu lungimi de undă de 1 000 000 de ori mai mari decît ale luminii şi cu niveluri energetice care erau, tocmai de aceea, de 1 000 000 de ori mai scăzute. Această nouă radiaţie a primit numele de unde radio.

tindele radio, *datorită* conţinutului scăzut de energie, s-au dovedit a fi uşor de produs şi, în *pofida* conţinutului scăzut de energie, uşor de recepţionai. Undele radio pot pătrunde prin tot felul de obiecte materiale care sînt opace la lumină. Undele radio pot ricoşa din straturile de particule încărcate aflate în partea superioară a atmosferei, spre deosebire de lumină, astfel încîbele pot urmări curbura suprafeţei Pămîntului. Undele radio pot fi produse într-un mod coerent fără mari probleipe, îneît un fascicol concentrat poate parcurge distanţe foarte mari şi poate fi modulat cu uşurinţă pentru a transmite mesaje.

Din toate aceste motive, undele radio par a fi ideale pentru cpmunicaţiile la distanţe mari, eliberîndu-ne şi de povara cablurilor de care avea nevoie telegrafia. Prima aplicaţie practică în acest domeniu a undelor radio a fost realizată de inginerul italian Guglielrno Marconi (1874— 1937). El a transmis în anul 1901 un semnal radio peste Atlantic, performanţă considerată drept inventarea radiofoniei.

De atunci, mereu îmbunătăţit, radioul a devenit un mijloc de comunicaţie din ce în ce mai important. Din ce în ce mai multă lume era convinsă că o civilizaţie tehnologică va folosi comunicaţiile prin radio, preferîndu-le oricărui alt mod de comunicaţie.

De aceea, atunci cînd planeta Marte s-a apropiat foarte mult de Pămînt, în anul 1924, s-au făcut încercări de recepţie. a semnalelor de radio aparţinînd presupusei civilizaţii care a construit reţeaua de canale. Nu s-a recepţionat nimic.

, într-un fel, nu era o mare surpriză. Straturile de atomi cu sarcini electrice din partea superioară a atmosferei, care reflectă undele radio emise de pe Pământ şi le menţin în apropierea suprafeţei terestre în loc să le dea voie să plece în spaţiu, ar reflecta la fel de bine undele radio venite din spaţiu şi nu le-ar permite să ajungă pe suprafaţa Pământului.

Karl Guthe Jansky (1905—1950), un inginer care lucra **la** compania de telefoane Bell, a detectat în anul 1931 un semnal ciudat, în timp ce încerca să afle care este sursa zgomotului de fond care împiedica dezvoltarea tehnicii radio-telefoniei. Semnalul venea din cer. Era prima indicaţie a existenţei unor unde radio foarte scurte, întinse pe o mare gamă de frecvenţe, numite microunde, care pot pătrunde cu uşurinţă prin atmosfera terestră. Avem deci de-a face cu două tipuri de radiaţie electromagnetică ce ne vine din cer : o bandă îngustă de lumină vizibilă şi o bandă largă de microunde.

în luna decembrie 1932 s-a dovedit că Jansky recep-**ţionase** unde radio venite din zona centrului galactic, ştire care a fost publicată pe pagina întîia a ziarului *New York Times.* Unii astronomi, precum Jesse Leonard Greenstein (n. 1909) şi Fred Lawrence Whipple (n. 1906), au apreciat de îndată posibilităţile deschise de această descoperire, dar nimeni nu i-a găsit o aplicaţie practică imediată. Nu existau pe atunci instrumente destul de perfecţionate pentru a se **putea** delecta o asemenea radiaţie. S-a găsit însă un inginer, Grote Reber (n. 1911), care a luat-o în serios. El **a** construit o instalaţie care să detecteze undele radio venite din ceruri (un ,,radiotelescop“) şi a început să studieze **în** 1938. folosind drept observator o magazie, regiuni din ce în ce mai mari ale cerului pentru a măsura intensitatea emisiei radio a diferitelor zone.

Perfecţionarea radarului, legată de al doilea război mondial, a Schimbat totul. Radarul foloseşte microundele, astfel că tehnologia microundelor a avansat foarte rapid, iar după război radioastronomia a devenit simbolul unei noi revoluţii în ştiinţă, la fel de importantă cum fusese în urmă cu trei secole şi. jumătate marea invenţie a lui Galilei, telescopul optic.

în doar cîteva decenii au fost construjte radiotelescoape **a** căror sensibilitate la microunde depăşeşte cu mult performanţele telescoapelor optice în domeniul detectării luminii. Sursele de microunde pot fi

detectate la distanţe inult mai mari decît cele la care putem observa lumina ,sau alte radiaţii cu energii echivalente acesteia. Putem detecta microunde provenite de la orice stea din Galaxie, chiar dacă microundele pe care le recepţionăm nu au fost emise **cu** energii mai. mari decît cele de care dispunem noi **în.** prezent.

Sursele de microunde pot fi localizate cu mare precizie, iar diferitele varietăţi de microunde pot fi diferenţiate cu uşurinţă. Microundele nu sînt mascate de zgomotul de fond. în general, în cele mai multe regiuni ale cerului, radiaţia de microunde nu are intensitatea radiaţiei luminoase şi chiar în zonele cu o abundenţă de microunde s-ar putea ca o civilizaţie să emită cu uşurinţă un semnal, pe o anumită lungime de undă, care să fie mult mai puternic decît zgomotul de fond *pe acea lungime de undă.*

Ideea este următoarea : dacă o civilizaţie are intenţia să transmită mesaje, ea va ajunge cu siguranţă la concluzia că microundele reprezintă un mijloc natural mai bun şi mai ieftin de transmitere a acestor mesaje decît lumina —■ sau decît orice altceva.

Se pare că am găsit un răspuns. Pentru a emite **sau** recepţiona mesaje la distanţe interstelare trebuie să folosim microundele.

Dar la ce nivel de energie, sau pe ce lungime de undă, trebuie să aşteptăm sosirea mesajului ? Receptoarele pot fi acordate doar pe o anumită lungime de undă, iar dacă mesajul soseşte pe altă lungime de undă, îl vom rata. Pe de altă parte, tentativa de a asculta pe toate lungimile de undă posibile ar mări şi dificultăţile, şi costul recepţiei. Cum am putea însă să ştim ce e în mintea extratereştrilor, cum am putea ghici pe ce lungime de undă sînt ei dispuşi să transmită ?

Neavînd condiţii de efectuare a observaţiilor astronomice în timpul celui de-al doilea război mondial, astronomul olandez Christoffell Van de Hulst (n. 1918) a efectuat calcule care par să arate că atomii reci de hidrogen suferă uneori o modificare a configuraţiei care rezultă în emisia unui foton de microunde cu o lungime de undă de 21 de cm.

Fiecare atom de hidrogen suferă destul de rar această modificare, dar, ţinînd seama de numărul total al atomilor de hidrogen din spaţiu, foarte mulţi suferă această schimbare în fiecare clipă, astfel că, dacă Van

de Hulst a efectuat calculele în mod corect, microundele produse de atomii de hidrogen trebuiau să fie detectabile. Fizicianul american Edward Mills Purceii (n. 1912) le-a şi detectat în anul 1951.

în spaţiul interstelar atomii de hidrogen predomină, jar lungimea de undă de 21 de cm. constituie o radiaţie universală care poate fi recepţionată oriunde. Orice civilizaţie care a ajuns la nivelul nostru de dezvoltare va avea şi radioastronomi şi putem fi siguri că aceştia vor avea instrumente capabile să recepţioneze lungimea de undă de 21 de cm., chiar dacă nu ar fi dispuşi să-şi bată capul cu altceva. Pare neîndoielnic că ei ar emite mesaje pe o lungime de undă pe care o pot şi recepţiona, despre care sînt siguri *că* reprezintă un punct comun de acord radio pentru toate celelalte civilizaţii.

Aşa s-a ajuns la ideea fizicienilor Philip Morrison şi Giuseppe Cocconi de a căuta semnale extraterestre în banda de 21 de cm. lungime de undă. ,

Numai că această lungime de undă ne pune o problemă, în regiunea ei radiaţia de fond este cca mai intensă şi probabil cea mai capabilă de mascarea mesajelor — mai cu scamă în regiunea Căii Lactee. Se pare deci că ar mai trebui să căutăm şi prin altă parte, poate pe la 42 de cm, sau pe la 10,5 cm., nu de alta, dar dublarea sau înjumătă- ţirea lungimii de undă de 21 de. cm. este cel mai simplu mod de_.a o folosi ca bază a mesajului fără a.o folosi însă ca atare.

A mai fost sugerată utilizarea hidroxilului, o combinaţie de doi atomi, unul de hidrogen şi unul de oxigen, care, pe lingă hidrogenul însuşi, reprezintă cel mai răspîndit emiţător de microunde din spaţiul interstelar. Emisia sa de microunde are o lungime de undă de 17 cm.

Întrucît hidrogenul şi hidroxilul alcătuiesc la un loc apa, zona de microunde cuprinsă între 17 şi 21 cm. lungime de undă' este uneori numită „adăpătoarea“. E un nume foarte potrivit, fiindcă sperăm că diferitele civilizaţii vor emite şi vor recepţiona mesaje în această regiung, tot aşa cum diferitele specii de animale vin să bea apă la adă- pătorile reale de pe Pămînt.

Prima încercare serioasă de a asculta pe lungimea de undă de 21 de cm. în speranţa detectării unor mesaje ale civilizaţiilor extraterestre a fost făcută în anul 1960. Ea s-a desfăşurat în Statele Unite sub conducerea lui Frank Drake, care a numit-o „Proiectul Ozma“. Poate că

vă amintiţi că Ozma este prinţesa din Oz, ţara îndepărtată din cer, ţara din binecunoscuta poveste a copilăriei noastre. La urma urmei, astronomii căutau să-şi dovedească şi lor existenţa unor ţări pe cer, ţări aflate şi mai departe decît ţara Oz.

Ascultarea a început la ora 4 dimineaţa în ziua de 8 aprilie 1960, fără nici un fel de publicitate, deoarece astronomii se temeau să nu fie ridiculizaţi. Operaţiunea a continuat timp de 150 de ore, pînă în luna iulie, iar apoi proiectul a fost declarat încheiat. Se asculta în aşteptarea unui semnal emis într-o bandă foarte îngustă de lungimi de undă, semnal care să aibă variaţiuni nici perfect ordonate, nici total întâmplătoare, Nu a fost detectat nici un astfel de semnal.

După proiectul'Ozma, s-au mai făcut cîteva asemenea încercări în Statele. Unite, în Canada şi în Uniunea Sovietică. Nu au fost consemnate rezultate pozitive, dar trebuie să recunoaştem că toate căutările au fost scurte şi superficiale, cel puţin pînă acum.

Astronomii mai speră încă în posibilitatea unor descoperiri accidentale. Cînd au fost descoperiţi pulsarii (stele foarte mici, foarte dense, cu o rotaţie foarte rapidă, rămăşiţe ale colapsului care urmează unei explozii de supernovă), în 1967, succesiunea surprinzător de regulată a pulsurilor de microunde emise de aceştia i-a făcut pe astronomi să creadă, pentru scurtă vreme, că recepţionează mesaje cu o origine inteligentă. Ei s-au referit la acest fenomen sub prescurtarea M.O.V. („micii omuleţi verzi") Pulsurile s-au dovedit destul de repede mult prea regulate pentru a putea conţine un mesaj, aşa că s-au găsit explicaţii ceva mai puţin dramatice.

Dacă vrem să continuăm cu speranţe de succes căutarea mesajelor civilizaţiilor extraterestre, e neapărat nevoie să acordăm acestei căutări mai mult timp decît i s-a acordat în cadrul proiectului Ozma ; trebuie să studiem mai multe stele, trebuie să folosim un echipament mai complicat. Pe scurt, avem nevoie de un proiect mult mai costisitor.

Unde?

în 1971, un grup de cercetători de la NASA, condus de Bemard Oliver, a lansat o idee care avea să devină

cunoscută sub numele de „Proiectul Ciclop".

[1] Aluzie la o poezie a celebrului poet englez Edward Lear, nemuritorul autor al „Rimelor fără noimă", care au făcut şi mai fac deliciul **a** nenumărate generaţii de copil, şi mai ales de adulti. — *Nota trad.*

Era vorba de o mare reţea de radiotelescoape \ fiecare cu un diametru de 100 de metri, fiecare acordat pentru recepţia microundelor din regiunea adăpătoarei.

Reţeaua ar trebui să fie compusă din 1026 de astfel de radiotelescoape, manevrate la unison de un sistem computerizat. întreaga reţea ar fi echivalentă cu un singur radio- telescop cu un diametru de 10 kilometri.

O asemenea reţea ar putea detecta un semnal extrem de slab, ca, de pildă, emisia de microunde a Pământului, de la o distanţă de 100 de ani-lumină un semnal emis în mod deliberat de altă civilizaţie ar putea fi detectat chiar de la o distanţă de cel puţin 1000 de ani-lumină.

Suprafaţa Pământului nu reprezintă însă cel mai bun loc de construcţie pentru o asemenea reţea de radiotelescoape. Dacă am putea-o construi în spaţiul cosmic sau măcar pe faţa nevăzută a Lunii, reţeaua ar putea fi protejată de zgomotul de fond al microundelor Pământului.

Proiectul Ciclop nu va fi nici uşor de realizat, nici prea ieftin. Costul estimativ al construcţiei, întreţinerii şi utilizării reţelei s-ar situa între 10 şi 50 de miliarde de dolari, chiar dacă ţinem seama de computerizarea totală a instalaţiei, ceea ce ar micşora cuantumul salariilor destinate operatorilor umani.

Orice simplificare a căutării, orice ar face-o mai rapidă, ne-ar ajuta foarte mult. Sînt locuri pe cer care ar trebui explorate înaintea altora, locuri care ar putea reprezenta surse mai probabile de emisie a mesajelor.

Unde or fi aceste locuri ?

Ar trebui să cercetăm în primul rînd zona din vecinătatea unei stele în care ar putea exista o civilizaţie planetară cu surse abundente de energie la dispoziţie. (Poate că şi lumîle-în-sine, sau sondele automate, aflate mai aproape de noi decît orice stea, ne trimit semnale, dar nu putem şti nicicum pe unde se găsesc ele, ceea ce înseamnă că nu avem la dispoziţie o ţintă în direcţia căreia să ne îndreptăm antenele.)

N-ar fi rău să căutăm semnale provenind de la o stea apropiată, şi nu de la una îndepărtată, nu de alta, dap fascicolul de microunde va fi cu atît mai intens ’şi mai

uşor de detectat cu cît e mai aproape Sistemul planetar din care a fost emis.

[1] Un radiotelescop seamănă foarte bine cu un ochi rotund, care priveşte, evident metaforic, spre cer. Cuvîntul *Ciclop* înseamnă ochi *rotund* în greaca veche.

Ar trebui să ne stabilim ca obiectiv o stea precum Soarele, în jurul căreia ar putea exista planete locuibile.

Primele cercetări ar trebui să se orienteze spre stelele izolate fiindcă, deşi stelele binare ar putea poseda planete locuibile în jurul lor, şansele par a fi mai mari în cazul stelelor izolate.

* întâmplător, nu există decît şapte stele izolate, asemănătoare cu Soarele, pe o rază de vreo 20 de ani-lţmină depărtare de noi, ele fiind :

Steaua	Distanţa (în ani-lumină)	Masa (masa solară = **1)**
Epsilon Eridani	10,8	0,80
Tau Ceti	12.2	0.82
Sigma Draconis	18.2	0,32
Delta Pavonis	19.2	0.98
82 Eridani	20.9	0.91
Beta Hydri	21.3	1.23
Zeta Tucanae	23,3	0,90

Nici una dintre aceste stele nu are un nume celebru, celebrităţile, stelare sînt, de obicei, foarte strălucitoare, prea mari şi cu vieţi prea scurte pentru a se potrivi cu civilizaţiile.

Stelele vizibile cu ochiul liber, chiar dacă nu sînt foarte strălucitoare, poartă numele constelaţiei lor. De regulă, ele sînt clasificate în ordinea strălucirii sau după poziţie, fnlor sindu-se litere greceşti (alpha, beta, gamma, delta, epsilon, zeta şi aşa mai departe) sau cifre arabe.

Stelele din tabelul de mai sus se află în constelaţiile Eridanus (Fluviul), Cetus (Balena), Draco (Dragonul), Pavo (Păunul), Hydrus (Şarpele de apă) şi Tucana (Tucanul) *.

Dintre cele şapte stele menţionate în tabel, trei — Delta Pavonis, Beta Hydri şi Zeta Tucanae — sînt situate destul de departe spra sud pentru a fi invizibile în emisfera nordică, mult mai bogată atît în observatoare, cît şi în astronomi. Altă stea, 82 Eridani, este vizibilă; dar se află prea des aproape de orizont.

Putem alege trei ţinte acceptabile : Epsilon Eridani, Tau Ceti şi Sigma Draconis. La sugestia astronomului

Otto Struve, proiectul Ozma s-a orientat asupra stelelor Epsilon Eridani şi Tau Ceti.

Cu toate că aceste şapte stele, mai cu seamă cele trei

[1] Pasăre tropicală din America de Sud. — *Nota trad.*

Vizibile din emisfera nordică, reprezintă ţinte ideale pentru prima etapă a cercetării, nu e cazul să renunţăm dacă rezultatele vor fi negative.'Existenţa a şapte ţinte adecvate pe o rază de 23 de ani-lumină înseamnă că putem găsi cel puţin 500 000 de astfel de ţinte pe raza de 1000 de ani- lumină accesibilă reţelei de radiotelescoape din proiectul Ciclop.

Ar fi ideal să le ascultăm pe toate. înainte de a renunţa la orice speranţă ar trebui să studiem tot cerul, minaţi de i,deea posibilităţii existenţei unor civilizaţii extraterestre în apropierea unor stele mai ciudate — sau doar de dragul tentativei de a recepţiona semnale provenite de la sonde sau de la lumi-în-sine care s-ar afla destul de aproape de noi, fără ca noi să ştim.

Ar fi cazul să studiem chiar şi benzile de frecvenţă care nu fac parte din zona adăpătoarei. Nu se ştie niciodată...

De ce ?

Şi totuşi, trebuie să ne întrebăm : de ce trebuie omenirea să caute semnale provenite de la civilizaţiile extraterestre ? De ce să cheltuim zeci de miliarde de dolar i cînd ştim prea bine că s-ar putea să nu găsim nimic ?

La urma urmei, ce-ar fi dacă, în pofida raţionamentelor prezentate în această carte, nu există civilizaţii extraterestre ?

Sau poate că există, dar dacă nu sînt suficient de aproape de noi pentru a le putea detecta semnalele ?

Sau poate că există, dar nu emit semnale ?

Sau poate că există şi emit semnale într-un mod care ne scapă Ai totul ?

Sau poate că nu ne scapă, dar nu vom reuşi să înţelegem semnalele pe care le vom recepţiona ?

Toate acestea sînt posibile, aşa că vom pune răul înainte şi vom presupune că, în ciuda eforturilor noastre, nu vom recepţiona niciodată nici un semnal inteligibil.

în acest caz, am risipit oare banii ?

Poate că nu. Să presupunem că atît construcţia proiectului Ciclop, cît şi explorarea cerului ar dura 20 de ani şi ar costa 100 de miliarde de dolari. Aceasta înseamnă 5 miliarde de dolari pe an într-o lume care cheltuieşte 400 de miliarde de dolari pe an doar pentru înarmare.

Banii cheltuiţi pentru înarmare nu fac altceva decît să sporească ura şi furia, să mărească şansa anihilării reciproce a naţiunilor terestre, poate a întregii omeniri, pe cînd căutarea inteligenţelor extraterestre ne-ar putea uni. Simpla idee a existenţei unor civilizaţii mult mai avansate decît a noastră, ideea unei Galaxii pline de asemenea civilizaţii, ne arată cît de meschine sînt conflictele noastre, cît de ruşinos este refuzul nostru de a coopera. Şi chiar dacă eşecul acestei căutări ne va face să ne dăm seama că reprezentăm, în cele din urmă, singura civilizaţie din Galaxie, nu ar trebui asta să ne facă să înţelegem cît de preţioasă este lumea noastră, şi noi înşine, să ne facă să înţelegem că nu merită să riscăm totul în certuri copilăreşti ?

Ar fi oare o risipă dacă nu ne-am alege cu nimic ?

în primul rînd, simpla tentativă de realizare a proiectului Ciclop ne va face să învăţăm o mulţime de lucruri despre radioastronomie şi va îmbunătăţi apreciabil tehnologia aferentă, chiar înainte de prima observaţie efectuată.

în al doilea rînd, e nevoie de multă experienţă, dc multă delicateţe, de multă perseverenţă, de multă putere, pentru a cerceta cerul ; ar fi imposfbil să nu descoperim o mulţime de lucruri noi, legate de Univers, care să nu aibă nimic de-a face cu civilizaţiile, avansate. Chiar dacă nu vom reuşi să detectăm semnalele altor-civilizaţii, nu ne vom întoarce cu mîna goală.

Nu ştim ce descoperiri vom face, nu ştim ce vom afla, nu ştim cît de utile ne vor fi aceste descoperiri, dar omenirea (în momentele ei cele mai bune) a pus şi pune mare preţ pe cunoaştere. Capacitatea de a aprecia cunoaşterea doar de dragul cunoaşterii ar putea reprezenta una din deosebirile dintre o specie inteligentă şi una mai puţin inteligentă, dintre o cultură în plină înflorire şi o cultură intrată în decadenţă.

Nu trebuie să ne temem de transformarea cunoaşterii într-un scop în sine. Cunoaşterea, inteligent folosită^ a ajutat omenirea în trecut ; să sperăm că va

continua să o ajute şi în viitor.

Să presupunem însă că vom găsi un semnal oarecare şi vom ajunge la concluzia că este un semnal aparţinînd unei inteligenţe. La ce ne va folosi asta ?

Poate că nu va fi un semnal destinat nouă ; nimeni nu vrea să ne atragă atenţia sau să ne spună ceva. Ar putea fi un simplu accident tehnologic, un efect al activităţii cotidiene, identic cu sfera de microunde pe care Pămîntul a lansat-o în spaţiu, în toate direcţiile.

Simpla recunoaştere a unui semnal ca reprezentare a unei civilizaţii îndepărtate, fie ea şi inaccesibilă, o civilizaţie de la care nu putem afla nimic, ar'fi de ajuns.

Gîndiţi-vă la semnificaţia psihologică a evenimentului. Înseamnă că undeva există [1] o civilizaţie care, judecind după intensitatea semnalelor sale, este mult mai avansată decît a noastră. Am fi încurajaţi de faptul că măcar un singur grup de fiinţe inteligente a ajuns la nivelul nostru de tehnologie şi a reuşit nu numai să evite autodistrugerea, ci să supravieţuiască şi să progreseze. Dacă ei au reuşit, de ce nu am reuşi şi noi ?

Acest gînd, care ne-ar ajuta să nu ne pierdem curajul în timp ce încercăm să rezolvăm imensele probleme care ne stau în faţă, ne-ar putea ajuta să găsim şi noi soluţii, Ar putea fi impulsul crucial care să modifice orientarea noastră dinspre distrugere spre supravieţuire.

Ar fi imposibil să nu obţinem şi alte informaţii în afară de simpla existenţă a semnalului. Chiar dacă şemnalul nu conţine un mesaj inteligent-, sau cel puţin un mesaj pe care să-l înţelegem, caracteristicile sale ne-ar putea spune cît de repede se mişcă planeta emiţătoare în jurul stelei sale şi în jurul propriei axe, împreună cu multe alte detalii fizice care i-ar fascina pe astronomi, fiindu-le şi de mare folos.

Poate că vom recunoaşte prezenţa unor informaţii utile în mesaj, fără să fim în stare să le înţelegem sensul.

Ar fi mesajul inutil ? Bineînţeles că nu. El ar reprezenta o adevărată provocare adresată inteligenţei noastre, un joc fascinant în sine. Fără a trage concluzii în privinţa unor eleniente specifice ale informaţiilor, am putea ajunge la generalizări interesante în privinţa psihologiei extra- tereştrilor — şi asta înseamnă cunoaştere.

Pînă şi cea mai modestă descifrare a unui fragment de cod ne-ar putea interesa. Să presupunem, de dragul discuţiei, că deducem din mesaj o aluzie la cine ştie ce relaţie matematică care ne-ar deschide o nouă cale spre un domeniu al fizicii — ar putea fi vorba chiar de ceva foarte simplu. Să nu uităm că progresul ştiinţei nu se desfăşoară în vid. O idee nouă va stimula apariţia altor idei şi va

* Pe de altă parte, absenţa detecţiei nu înseamnă absenţa emisiei. Poate că nu ştim unde să căutăm, în ce fel să căutăm, sau ce tehnică să folosim. Poate că greşim în toate trei privinţele.

mări, în cele din urmă, ritmul progresului cunoaşterii ştiinţifice.

Dacă vom reuşi să descifrăm în întregime mesajul, vom putea să înţelegem şi de fel de civilizaţie l-a emis, una paşnică sau nu.

Dacă avem de-a face cu o civilizaţie războinică şi periculoasă (ceea ce, după părerea mea, este foarte puţin probabil), cunoştinţele cîştigate ne vor convinge să păstrăm tăcerea, să nu răspundem, să învăţăm să ne ascundem prezenţa în spaţiu, să evităm orice ne-ar trăda existenţa în acest colţ al Universului. Poate că din cele aflate am reuşi să învăţăm cum' să ne apărăm mai eficient în cazul unui contact dezagreabil.

Dacă credem însă că emiţătorii mesajului aparţin unei civilizaţii paşnice şi benigne, sau unei civilizaţii care nu poate ajunge la noi, indiferent căreia dintre categorii i-ar aparţine, ne-am putea hotărî să răspundem, folosind codul pe care abia l-am descifrat.

Acea civilizaţie s-ar putea găsi destul de departe de noi, pentru ca, datorită limitei impuse de viteza luminii, să nu primim răspunsul decît peste cel puţin, să spunem, un secol. Aşteptarea nu ne va afecta prea mult. Ne putem vedea de treabă şi în timp ce aşteptăm, aşa că nu avem nimic de pierdut.

Civilizaţia avansată de la celălalt capăt al firului, aflînd că cineva o ascultă atunci cînd primeşte răspunsul nostru, ar putea răspunde imediat. Chiar dacă vom aştepta un secol, vom fi supuşi, începînd din clipa primirii răspunsului, la un curs intensiv de civilizaţie extraterestră sub toate aspectele ei.

Nu putem şti cît de utile.ne vor fi informaţiile primite, dar ele nu pot fi în nici un caz inutile.

Dacă am adopta o atitudine profund romantică şi am crede că limita vitezei luminii poate fi depăşită şi că

există o paşnică şi benignă Federaţie Galactică a Civilizaţiilor, simpla descifrare a mesajului urmată de curajosul nostru răspuns vor reprezenta cererea noastră de adeziune la această federaţie.

Cine ştie ?

Chiar dacă nu ţinem seama de imensa curiozitate care a mînat dintotdeauna omenirea, de imensul interes care ne animă în găsirea răspunsului ia întrebarea privind existenţa altor civilizaţii în Univers în afară de a noastră, sin

tconvins că orice am face în tentativa de a răspunde lâ această întrebare ne va fi util şi ne va ajuta.

De aceea, de dragul nostru al tuturor, să renunţam la nesfîrşitele noastre certuri inutile şi sinucigaşe şi, uniţi pentru a ne realiza scopul — supravieţuirea, învăţarea, expansiunea —, să atingem un nou nivel al cunoaşterii, Să luptăm pentru a cuceri un Univers care ne aşteaptă ; singuri, dacă trebuie, sau împreună cu alţii, dacă ei există.

Redactor : SANDA MIHĂESCU-BOROIANU
Iehnoredactor : FLORIAN SAPUNARESCU

Format 15/54X94. CoU editară 17,14. Coli tipar 18.
Bun de tipar 10 octombrie 1893. Aparut octombrie 1983

Comanda nr. 9634/30232
Combinatul poligrallc „casa Scinteli",
Plata Scîntell nr. 1
Bucureşti, Republica Socialistă România